



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Plan de mantenimiento basado en la metodología del tpm para la optimización de la
producción de bebidas gasificadas de la empresa Ajeper s.a”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:
Br. Jorge Vera Arceles (ORCID: 0000-0002-9314-1456)

ASESOR:
Mg. James Skinner Celada Padilla (ORCID: 0000-0003-1389-4093)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Sistemas y Planes de Mantenimiento

**CHICLAYO – PERÚ
2019**

Dedicatoria

A Dios por darme las energías y las oportunidades de avanzar en este reto de crecimiento profesional para lograr uno de mis objetivos, al apoyo incondicional de mis padres que me brindaron su fortaleza para avanzar en este camino, a mi compañera de mi vida que me brindó su apoyo y esperanzas para seguir adelante, a los profesores y compañeros de estudios por los aportes brindados.

Jorge Luis Vera Arceles

Agradecimiento

A mis familiares por brindarme su apoyo incondicional, a mis familiares que abrieron las puertas de sus hogares y compartieron conmigo su tiempo, sus valores, su fortaleza y ese calor familiar que me permitió seguir creciendo profesionalmente.

A mi compañera por su apoyo, su paciencia y confianza que desde que inicie este reto es mi soporte y motivación para superar cualquier obstáculo.

A mis padres que brindan todo por sus hijos, por su confianza que a pesar de la distancia siempre me apoyan.

Jorge Luis Vera Arceles

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, VERA ARCELES JORGE LUIS, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 48177181, con el trabajo de investigación titulada,

“PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE TPM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS GASIFICADAS DE LA EMPRESA AJEPER S.A.”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.


De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 20 de Julio, 2020

Nombres y apellidos: Jorge Luis Vera Arceles

DNI : 48177181

Firma :



Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	11
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	11
2.2. Variables, Operacionalización	12
2.3. Población y Muestra	14
2.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	14
2.5. Procedimiento	17
2.6. Métodos de análisis de datos.....	17
2.7. Aspectos Éticos.....	17
III. RESULTADOS	18
3.1. Diagnosticar el estado actual de los equipos en general	18
3.2. Realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos de la planta de producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A.	19
3.3. Diseñar el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM.....	36
3.4. Calcular como el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM optimiza la producción de bebidas gasificadas de la Empresa EJEPE S.A	43
3.5. Disponibilidad al aplicar TPM.....	46

3.6. Realizar una evaluación económica de la propuesta, utilizando indicadores tales como VAN y TIR para determinar la viabilidad del proyecto	50
IV. DISCUSIÓN	54
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	60
Acta de aprobación de originalidad de tesis	65
Reporte de Turnitin.....	66
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	67
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	68

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización	13
Tabla 2. Técnicas e Instrumentos	14
Tabla 3. Producción de Bebidas Gasificadas y Agua envasada	19
Tabla 4. Datos Técnicos de equipos de la planta.....	21
Tabla 5. Registro De Tiempo de funcionamiento En Equipos Empresa AJEPER (En Minutos).....	22
Tabla 6. Registro de Tiempo de Fallos en Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)	22
Tabla 7. Registro del número de paradas en los equipos de la línea de envasado	23
Tabla 8. Disponibilidad de Equipos Empresa AJEPER (En Minutos).....	24
Tabla 9. Cálculo de confiabilidad SOPLADORA SIDEL Año 2018.....	29
Tabla 10. Factor.....	31
Tabla 11. Confiabilidad actual SOPLADORA SIDEL	31
Tabla 12. Confiabilidad actual LLENADORA MESAL E50-60-15	32
Tabla 13. Confiabilidad actual FLOMIX MESAL.....	33
Tabla 14. Confiabilidad actual ETIQUETADORA TRINE.....	34
Tabla 15. Confiabilidad actual EMPACADORA TECMI	35
Tabla 16. Plan de mantenimiento para SOPLADORA SIDEL	37
Tabla 17. Plan de mantenimiento para LLENADORA MESAL	38
Tabla 18. Plan de mantenimiento FLOMIX MESAL	39
Tabla 19. Plan de mantenimiento ETIQUETADORA TRINE	40
Tabla 20. Plan de mantenimiento EQUIPO OZONIZADOR	41
Tabla 21. Plan de mantenimiento EMPACADORA TECMI.....	42
Tabla 22. Tiempo de Mantenimiento preventivo en Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)	44
Tabla 23. status de paradas y tiempos de reparación de los equipos aplicando TPM	46
Tabla 24. Disponibilidad de los equipos aplicando TPM.....	49
Tabla 25. Inversión inicial en mantenimiento preventivo para la aplicación del TPM.....	50
Tabla 26. Flujo de caja	51
Tabla 27. Cálculo de los ingresos al mes cero.....	52
Tabla 28. Cálculo de tas interna de retorno	53

Índice de Figuras

Figura 1. Objetivos del TPM	7
Figura 2. Seis grandes pérdidas y sus agrupaciones	7
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de producción.....	18
Figura 4. Producción de bebidas gasificadas y agua envasada.....	20
Figura 5. Tiempos de funcionamiento y fallas de los equipos de producción.....	23
Figura 6. Variación de la disponibilidad Sopladora SBO 10	25
Figura 7. Variación de la disponibilidad Llenadora Mesal	25
Figura 8. Variación de la disponibilidad FLOMIX MESAL.....	26
Figura 9. Variación de la disponibilidad ETIQUETADORA TRINE.....	27
Figura 10. Variación de la disponibilidad EMPACADORA TECMI	27
Figura 11. Variación de la confiabilidad de la SOPLADORA SIDEL	32
Figura 12. Variación de la confiabilidad de la LLENADORA MESAL.....	33
Figura 13. Variación de la confiabilidad en el FLOMIX MESAL.....	34
Figura 14. Variación de la confiabilidad en la ETIQUETADORA TRINE.....	35
Figura 15. Variación de la confiabilidad en la EMPACADORA TECMI	36
Figura 16. Número de paradas de equipos de planta	47
Figura 17. Tiempo entre fallos de equipos en planta (Minutos).....	47
Figura 18. Tiempo de reparación de fallos (Minutos)	48
Figura 19. Tiempo de reparación (preventivo y correctivo), en minutos	48
Figura 20. Incremento de disponibilidad de los equipos aplicando TPM	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: “PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGIA DEL TPM PARA LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION DE BEBIDAS GASIFICADAS DE LA EMPRESA AJEPER S.A”, tiene como objeto de estudio optimizar las operaciones de los procesos en la elaboración de bebidas gasificadas, de esa manera la empresa tiene los equipos y máquinas en condiciones de funcionalidad, con indicadores de mantenimiento de clase mundial.

La investigación se inicia realizando un análisis de la situación actual del funcionamiento de cada uno de los equipos que forman parte del proceso de elaboración de bebidas gasificadas, en el cual se tiene el registro de los tiempos de funcionamiento (expresado en minutos al mes), tiempo de reparación de fallas, número de paradas intempestivas al mes, con lo cual se determina el valor de la disponibilidad de cada uno de los equipos. Con dicha información se realiza el análisis para determinar la probabilidad de fallo de los sistemas, utilizando el método probabilístico de weibull.

Luego se hizo el diseño del plan de mantenimiento preventivo para cada equipo, estableciendo actividades, operaciones y tareas a fin de programar, ejecutar y supervisarlas por el personal de mantenimiento, producción y administración de la planta. Luego utilizando los 6 pilares del mantenimiento productivo total, se calculó el incremento de los indicadores de mantenimiento.

Finalmente se hizo el análisis económico para determinar la rentabilidad del proyecto, utilizando indicadores económicos, tales como el valor actual neto VAN, tasa interna de retorno, dentro de un periodo de 6 meses.

Palabras claves: Mantenimiento Preventivo Total, Disponibilidad, Tiempo de Funcionamiento.

ABSTRACT

The present research work called: "MAINTENANCE PLAN BASED ON THE TPM METHODOLOGY FOR THE OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION OF GASIFIED BEVERAGES OF THE COMPANY AJEPER SA", aims to study optimizing the operations of the processes in the production of carbonated beverages, that way the company have the equipment and machines in functional conditions, with world class maintenance indicators.

The investigation begins by carrying out an analysis of the current situation of the operation of each of the equipment that is part of the process of elaboration of gasified beverages, in which there is a record of the operating times (expressed in minutes per month), fault repair time, number of unexpected stops per month, which determines the value of the availability of each of the equipment. With this information, the analysis is performed to determine the probability of failure of the systems, using the probabilistic method of weibull.

Then the preventive maintenance plan was designed for each team, establishing activities, operations and tasks in order to program, execute and supervise them by the maintenance, production and administration personnel of the plant.

Finally, the economic analysis was done to determine the profitability of the project, using economic indicators, such as the current net value NPV, internal rate of return, within a period of 6 months.

Keywords: Total Preventive Maintenance, Vailability, Operating Time.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día hablar sobre las empresas y su mantenimiento en sí, nos ha mostrado que día a día se puede aprender más sobre este tema. Justamente el autor Panamá (2016) nos informa que, si hablamos de empresas de alimentos, nos ubicaremos en muchos países ya que son necesarias; cada una de ellas muestra su marca propia y se desempeña según el tipo de alimento que desea producir, pueden ser empresas de jugos, helados, yogurts, etcétera.

Para Lozada (2017) en sus investigaciones nos muestra que el planificar, y poner en práctica esa planificación en una empresa ya sea pública o que brinda un servicio privado, y si lo reducimos en un ámbito de un sector eléctrico, podremos diferenciar los tipos de mantenimientos que debe tener y los cuales se les debe aplicar, para poder así lograr una disponibilidad y confiabilidad del servicio que brindará. Además, el autor agrega que, la parte del servicio eléctrico es una parte fundamental, lo cual debe de tener un presupuesto para cada mantenimiento, o según sea la necesidad de este.

La UNE-EN 13306 (2011) nos refiere que, la industrial actualmente debe de adecuarse a la globalización, ya que cada vez se hace más necesario el tener un sistema de mantenimiento, y para ser más efectivo la máquina debe ser de una clase mundial, para que esté dispuesto a enfrentar cualquier reto. Así mismo, nos relata que, hay empresas que cuentan con dichos planes de mantenimiento para generar un trabajo eficiente y aumentar la productividad de una gran manera. Además, si se considera la filosofía del TPM se verá reflejado en los resultados que es la mejor opción que se tiene.

Estrada (2017) indica que, en el auge que tiene últimamente el servicio de transporte en nuestro País, hace necesario implementar un plan de mantenimiento con el fin de aumentar la parte ventajosa de la flota minimizando así toda falla imprevista durante la operación. Para ello se desarrolló un plan de trabajo planificado, tomando como referencia el historial de los equipos, frecuencia de trabajo y exigencias a las que están sometidos. Lo que se busca es maximizar la efectividad de los equipos y poder brindar un buen servicio.

Campos (2017) nos habla sobre que, existen empresas con el más alto potencial para su desarrollo, ello va de la mano que cuentan con un amplio campo para desarrollarse la

empresa adecuadamente, podrán hacer bien sus cosechas, la producción, teniendo y generando buenos porcentajes para la ganancia de las empresas en sí, para poder optimizar el trabajo, y todo lo que con lleva a ello, se debe tener en cuenta un buen diseño de un plan de mantenimiento, para aumentar y tener una buena confiabilidad, para así conseguir evitar cualquier fallo de la planta, ello favorecerá en todo el aspecto de las máquinas.

Valencia (2017) informa que, si hablamos sobre las empresas que fabrican hilos acrílicos, veremos que se ve como objetivo principal el estar mejorando contantemente su productividad, así que el autor propone que, para mejorar su línea de producción de hilos se deben de aplicar necesariamente la metodología del TPM, específicamente en el área de hilandería, así se podrá verificar el incremento de la productividad diariamente.

La implantación del TPM en el área del linaje de jugos que es usada para obtener los mejores resultados en la producción de la agroindustria Pomalca S.A.A. se plantea el análisis y la identificación de las perdidas en el área de jugos y calculas los indicadores sobre la efectividad global de los equipos con la implementación del mantenimiento autónomo para minimizar las paradas a raíz de un mejor plan sobre el mantenimiento.

La iniciativa por optimizar un buen mantenimiento hablando y refiriéndonos a una empresa que se dedica a producir alimentos balanceados y en busca de la mejora continua ve la ejecución del TPM como una estrategia que busca mediante una correcta planificación mejorar la garantía que pueden tener como máquinas y así obtener lo mejor de la maquinaria, así como la motivación y el liderazgo que involucra a todos.

En la investigación, de los autores Trigos & Niño (2017) demuestran que, si hablamos de una estratégica elaboración de prevención para la maquinaria pesada, en aquellos equipos que se evidencian los problemas y fallos donde fueron aplicados los mantenimientos correctivos; así mismo sostienen que, una vez habiendo identificado todos los problemas de cada máquina donde se les aplico el mantenimiento correctivo, netamente a ellos se les debe aplicar otras medidas. Por consiguiente, nos hablan sobre que, las empresas deben tener identificados los fallos que se vienen dando, estaban enterados de que equipos eran los afectados. Por ello, los autores nos expresaron que, se debe tener en cuenta el aplicar unas fichas para llevar un control sobre el mantenimiento donde se le aplique el TPM, hay se verá

reflejado que parte de personal es inexperto en ese tema, para que así la empresa empiece a brindarles la información adecuada y presida a sus trabajadores, como capacitaciones por parte de ellos para erradicar esos fallos.

Avilés (2008) nos detalla que, si nos referimos al diseño que lleva el TPM hablando en base a la empresa winrep s.a., nos muestra que tiene principalmente como objetivo el bajar las paradas de las máquinas de producción, para ello debe diseñarse un sistema basándose en el TPM, según la investigación que se ha obtenido visualizar claramente cuáles son sus verdaderos fallos con respecto a la parte económica hablando mediante un diagrama causa-efecto, aplicando esta gran herramienta podremos disminuir y minimizar las pérdidas con un buen plan de mantenimiento. Así mismo, el autor estima que, el costo de dicha propuesta sería de \$27.900,00, por ello se estima que, nos dejará con un gran beneficio de \$255.796,00, así se podrá recuperar el capital de una manera eficaz y en un corto tiempo.

En la investigación, hablamos de la obtención de una forma de cómo aplicaremos el TPM, para las máquinas de la empresa CELEC EP – HIDROAGOYÁN, El propósito del presente proyecto es desarrollar un buen procedimiento lo cual nos permitirá establecer la filosofía usando el TPM basándonos en CIRT. Este proyecto abarca 5 de los 12 pasos establecidos por el JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas) para la implantación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en las empresas. Este proyecto establece la documentación necesaria obteniendo aplicación usando las 5S y el sostenimiento íntegro. Además de instrucciones y sugerencias ambientales y de seguridad para los operadores.

Lozada (2017) propone que, “Las actividades de mantenimiento preventivo son planteadas en base técnicas de RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad) como: CA y AMFE”. Por consiguiente, habla sobre dichas actividades de mantenimiento predictivo que son establecidas según la normativa ISO 3655, 1986. Todas estas actividades incluyendo las de auto mantenimiento son organizadas, clasificadas y programadas en gamas. “Por último, realiza el cálculo del OEE (eficiencia global del equipo) para un proceso de mandrilado en el torno vertical y se identifican las principales pérdidas en la eficiencia global de la máquina” (p. 16).

Portal & Salazar (2016) verificaron que, si se aplica como propuesta el TPM, sobre el mantenimiento para tener como resultado la disponibilidad de todos los equipos, y ver

reflejado el mejor rendimiento en la empresa. Habiendo recolectado la información correspondiente, obtendremos resultados exactos sobre la situación de la empresa, verificando el mantenimiento.

Por consiguiente, se siguieron los pasos adecuadamente para saber sobre la gestión del mantenimiento; y así determinar el proceso de los cuellos de botella, dicha información es escasa, lo cual nos deja un vacío en la disponibilidad.

Así mismo se detectaron fallos, por lo cual, la toma de decisiones es primordial, lo cual se verificó una gran pérdida económica. Para tener identificado los problemas y fallos de los equipos se plantearon diferentes procedimientos para tener una amplia visión de los problemas.

Alavedra, Gastelu, Méndez, Minaya, Pineda & Ríos (2016) califican que, en su indagación sobre camiones, todos los sistemas son de gran producción, claramente si no se muestran fallas o averías, basándose en la información obtenida por la empresa estudiada komatsu maquinarias Perú s.a. se genera ese estudio de equipos llegándose a determinar los mantenimientos preventivos, resaltando los indicadores y la disponibilidad. Confirmando los porcentajes se evalúa lo que nos indican las variables de la disponibilidad.

Perez & Estrada (2016) en su tesis nos confirma que, si realizamos un eficiente diseño además de productivo se puede decir que, se puede llegar a unificar integralmente toda aquella norma para obtener una ficha que pueda ser aplicada, como puede ser visto como un manual para el personal, el cual nos arrojará un buen resultado con respecto a la competitividad.

Guerrero (2015) puntualiza que, si hablamos acerca de la ciencia lógica y metodológica hasta incluso de una manera psicológicamente nos vamos a referir a una interacción enrevesada de conjeturas agudas y refutaciones rotundas. Así como la parte biológica, que es una parte grande de variaciones y retención selectiva.

Tamayo (2009) centra que, detallar sobre el aspecto científico vamos a referirnos, en como la persona llega a conclusiones y puede demostrarlo, dando como respuesta verídica para brindarle un sentido netamente real.

Hagen (2009) muestra que, a través del análisis se visualiza separadamente uno por uno los componentes, también se verifica como un examen que se realiza completo para revisar el sistema y las relaciones en sí.

García (2004) nos recuerda que, referirnos al tema de diseño sobre nuestra área de ingeniería, expresaremos que viene a ser un proceso donde se lleva a cabo la toma de decisiones sobre un sistema, aplicándole los conocimientos de matemática, los científicos, todo sea en base a la satisfacción de la necesidad que sea generada, haciendo uso de todos los recursos y los elementos que sean necesarios para cumplir con los objetivos trazados.

García (2003) nos habla sobre que, definir un mantenimiento, es hablar sobre el conjunto de toda aquella herramienta que se debe usar para mantener los equipos y máquinas, así ofrecerá un buen servicio, dando todo lo mejor respecto al servicio brindado.

Lefcovich (2005) nos hace mención sobre, las máquinas y sus equipos deben llevar y mantener un mantenimiento para tener un alto nivel, el cual nos permita tener una producción y una disponibilidad asegurando que el personal cumpla con todos los requerimientos de la empresa sin tener fallos, lo cual no genera costo demás.

Navarro (1997) el autor relata sobre, un mantenimiento correctivo y nos indican que ese tipo de mantenimiento lleva a cabo unas reparaciones continuas según se vayan presentando las averías y fallos, e incluso en medida que se van presentando; todo encargado de revisar el fallo de su equipo es justamente el personal que es el mismo que manipula el equipo para fines de la empresa, este debe estar capacitado para ello.

Navarro (1997) nos comunica sobre que, es un mantenimiento preventivo, ya que también se ha venido aplicando, y si hablamos de ello es aquel mantenimiento que nos mostrará cómo se encuentra el equipo y el estado en cómo se mantiene para la realización de sus actividades oportunamente.

Navarro (1997) nos expresa que, un mantenimiento predictivo es la buena unión entre el estado y la operatividad de la máquina, ya que debe tener una buena relación entre ambas, para obtener el buen funcionamiento y por ende realizar las actividades para la cual se encuentra programada la máquina en beneficio de la empresa.

García (2003) expresa que, si mencionamos todo el proceso industrial lo cual ha venido avanzando desde hace siglos, nos daremos cuenta que el mantenimiento a tenido distintas fases, por lo cual se ha tenido que ir mejorando con el pasar de los años; incluso el personal a cargo en distintas épocas siempre se han tenido que encargar de los fallos, es así que ni bien aumentaba la tecnología y las nuevas máquinas, pues el personal a cargo tenía que ir capacitándose para lograr estar en el nivel que necesitaban para poder lograr un correcto mantenimiento. Incluso se observa que en los primeros años se usaba solamente el mantenimiento correctivo, lo cual con el paso del tiempo nos fue pidiendo que el personal se vaya preparando con las nuevas herramientas para poder llegar a solucionar adecuadamente las averías de las nuevas máquinas.

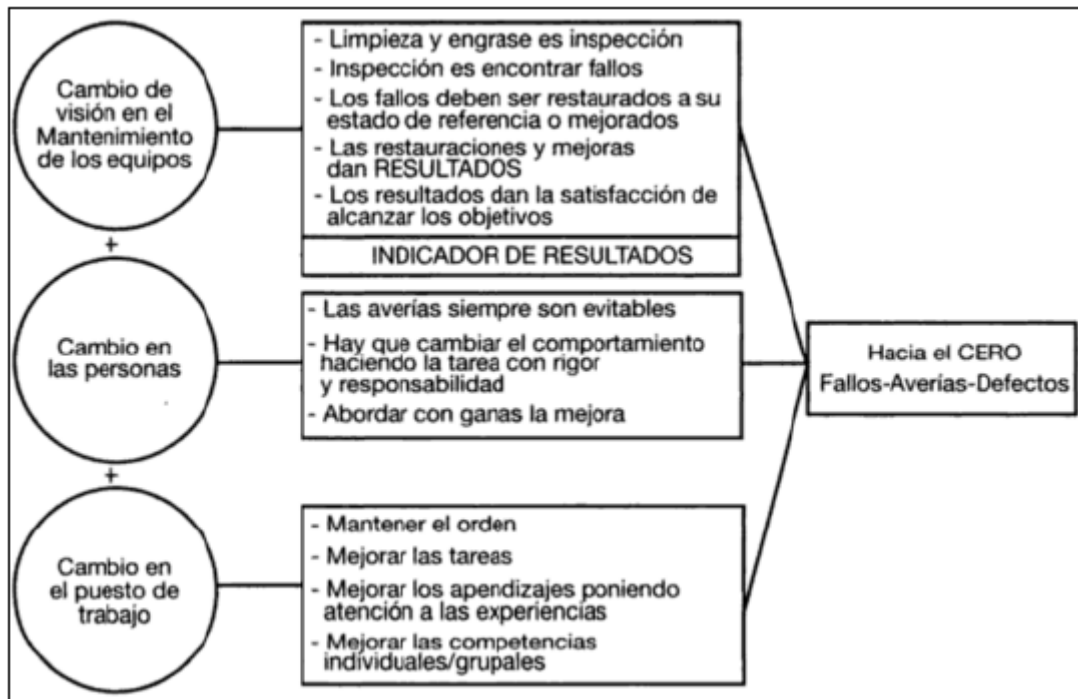
Montoya (2010) nombra que, el TPM fue inicialmente creado en Japón ya que fueron creando nuevos equipos, lo cual necesitaban ir mejorando su mantenimiento ya que eran otras funciones y otras maneras de reaccionar de sus componentes, así mismo el TPM logra implantarse en el año 1961, por lo cual deja ver su importancia para el logro de un mantenimiento efectivo. Es así que los operarios y el personal a cargo, empiezan a llevar un control y unas capacitaciones para empaparse del tema en sí. Con el tiempo se reconoció hasta con un premio por el nuevo y efectivo mantenimiento de los nuevos equipos.

Montoya (2010) concluye que, el TPM es necesario ser aplicado por la persona que esté bien capacitada y sobre todo aquellas personas que están en el día a día inmersos en el tema de los equipos de la empresa; ya que el personal que se encuentra a cargo de que las máquinas funcionen adecuadamente deben mantenerlas operativas siempre, para que la empresa pueda generar y no tener ninguna clase de pérdida, ya que será detectadas y controladas por el personal que esté bien capacitado.

Además, el autor indica que el término TOTAL, está vinculada a las particularidades según el TPM.

- Eficiencia sistemática, nos con lleva a tener una mejor respuesta de la maquinaria.
- Mantenimiento General, previniendo cualquier falla.
- Colaboración Integral, de todo el personal.

Figura 1. Objetivos del TPM



Fuente: Rey 2001

Existen distintas causas que no permiten que se logre erradicar las fallas de la maquinaria, los cuales se ven distribuidos en seis grupos:

Figura 2. Seis grandes pérdidas y sus agrupaciones



Fuente: (Cuatrecasas, 2012)

Bojorquez (2008) hace referencia a que, si hacemos a tiempo las mejoras en los equipos y todos los ajustes que este necesita se obtendrán los mejores resultados, ya que se erradicarán las paradas para sus reparaciones, teniendo unos buenos ajustes.

Bojorquez (2008) nos recuerda que, el quipo siempre debe estar operativo, seguir operando sin que algún fallo lo detenga, ya que, si no se le realiza un mantenimiento adecuado, o en prevención, el tiempo en el que se trate de erradicar los fallos será una gran pérdida para la empresa.

Bojoquez (2008) también hace hincapié en que, si se reduce la velocidad, por alguna falla o avería, también se tomará como pérdida para la empresa, ya que el equipo no se encuentra en adecuado mantenimiento.

Cuatrecasas (2012) examina la fase inicial de la producción que, se puede verificar desde el primer momento en que el equipo está en marcha, además de ello en la producción que este genera.

Los pilares del TPM son:

De mantenimiento libre, lo cual debe ser que cada trabajador encargado de la máquina debe tratar de prevenir cualquier fallo que se vea como inesperado.

De mantenimiento proyectado, lo cual desea obtener un equipo o una maquinaria adecuada sin fallos para lo cual utilizará una manera sistemática o una parte metodológica, lo cual se usará para erradicar esos problemas en las maquinarias.

Por formación, se entiende que se quiere llegar a potenciar los conocimientos de todo el personal a cargo para así poder arreglar los fallos. Aplicando todo el conocimiento a la maquinaria en sí.

Realizar una medida primordial, referente a toda aquella actividad que se debe realizar con respecto al mantenimiento de la maquinaria con respecto a los fallos, para así no detener la producción apoyando las ganancias de la empresa.

Mejoramiento, hablamos de ello cuando ejercemos la prevención y obtenemos un buen resultado, obteniendo lo mejor de cada proceso, sin tener un fallo.

La parte administrativa, nos muestra sobre aquellas técnicas que debemos emplear con la maquinaria y los trabajadores, teniendo un mejor resultado; con aquellos estándares que se deben aplicar dando los mejores métodos.

Bojorquez (2008) nos recomienda que, la seguridad, salud y el medio ambiente deben de ir de la mano para mantener un sistema adecuado donde se deber tratar de evitar todo fallo.

Para aplicar el TPM, se consideran cuatro puntos importantes e indispensables. Así mismo, podemos estos puntos desglosarlos en doce etapas, para mostrar y aplicar correctamente en la fase por fase del TPM.

- Periodo Preparativo
- Periodo de Prólogo
- Periodo de creación
- Periodo de Afianzamiento.

Como investigador nos hacemos la siguiente pregunta ¿Cómo el diseño de un plan de mantenimiento basado en la metodología del TPM optimizara la producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A.?

Esta indagación es significativa ya que accederá la ejecución de nuevas metodologías para la optimización del mantenimiento de los equipos de envasado de la empresa AJEPER S.A, la cual va a permitir solucionar los problemas durante la gestión del mantenimiento de manera más rápida y eficiente. Teniendo como meta principal ofrecer una ayuda eficaz que efectúe y haga cumplir el tiempo programado, por medio de la aplicación del mantenimiento aplicando el TPM, permitirá comprender a todos los trabajadores a que sean parte de la optimización de la operación, así mismo tenemos como necesario aplicar el TPM trae consigo un ordenamiento, limpieza e incremento de la seguridad en el área del trabajo, mejorando la eficiencia del personal. Esta investigación permitirá optimizar el stock de

repuestos, disminuyendo los desechos producidos por las actividades de mantenimiento y regulaciones durante el proceso de producción.

El objetivo general de esta investigación es diseñar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para optimizar la producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A., el cual se logrará al desarrollar lo siguiente:

- Realizar el análisis del contexto real de la maquinaria de toda planta en la parte producción con respecto a las bebidas gasificadas de la compañía AJEPER S.A.
- Diseñar el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM en la empresa AJEPER S.A.
- Calcular como el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM optimiza la producción de bebidas gasificadas de la compañía EJEPEP S.A
- Realizar la valoración de la parte presupuestal de la proposición, utilizando itinerarios tales como VAN y TIR para establecer las posibilidades del plan.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

No Experimental

La indagación que se presenta se considera como no experimental, la cual se precisa que, si nos referimos a una investigación que trabaja de una manera adecuada con sus variables, es decir, las variables mantienen su efecto como tales, ya que se tomará en cuenta otros factores (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Con esta exploración se comienza a verificar la averiguación de cada una de las variables para así poder aprender sobre el estudio de las operaciones de los equipos, así como también de las actividades de mantenimiento que se realizan.

Descriptiva

Se sabe que es descriptiva, ya que como su mismo nombre lo dice se describe de la misma forma, es decir de una forma muy natural, la cual se presenta tal cual, sin variaciones, ni con la intervención de la persona que investiga.

Estudio	T1
M1	O1
M2	O2

Dónde:

M1 y M2 son muestras

O1 y O2 son observaciones

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable dependiente. - Productividad.

2.2.2. Variable independiente. - Mantenimiento Productivo Total (TPM).

2.2.3. Variables de Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición	Instrumento
VARIABLE DEPENDIENTE	Si mezclamos la eficacia y seguridad, vamos a obtener un producto que nos servirá para tener el resultado esperado.	Si analizamos los componentes de eficacia y seguridad, podremos medir el periodo en que los equipos se encuentran en funcionamiento.	Eficiencia	%	Observación
Productividad			Eficacia	%	
VARIABLE INDEPENDIENTE	“El TPM se considera una táctica que mediante la aplicación de procedimientos busca la mejora de la efectividad global del equipo y permite mejorar las capacidades de los empleados” (Farfán, 2016)	Hablamos de la unión de dichas acciones que nos darán como producto una buena productividad y confiabilidad de cada maquinaria del proceso que se estima en el envasado.	Confiabilidad	% Tiempo promedio entre fallas Tiempo promedio de reparación	Observación Revisión Documentaria
Mantenimiento Productivo Total (TPM)			Disponibilidad	Tiempo Horas de máquina sin funcionar	

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población (N)

Hablando sobre población, nos referimos al grupo por los cuales se suele demandar el tiempo que dura la investigación en sí (Cruz, Olivares, & Gonzáles, 2014).

Los equipos y máquinas del proceso de envasado de la empresa AJEPER S.A.

2.3.2. Muestra (n)

Obtendremos la muestra cuando se haya procesado de dos maneras, que son el probabilístico y el que no lo es. Así se verá con exactitud todo lo buscado (Baena, 2017).

Los equipos y maquinas del proceso de envasado de la empresa AJEPER S.A.

2.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 2. Técnicas e Instrumentos

Técnicas	Uso	Instrumentos
Observación y análisis	Realizar un registro teniendo un control de cada periodo de parada y los tiempos de operación de los equipos también llevar un registro del número de paradas por falla mecánica y el tiempo de reparación.	Ficha de reporte de producción, generada por los supervisores de línea.
Revisión del sistema magic (escritorio remoto), para la interpretación de los datos	Búsqueda de la información proporcionada por el sistema para gestionar los planes de mantenimiento.	Ficha de revisión documentaria

Fuente: Elaboración propia

2.4.1. Técnicas

2.4.1.1. La Observación

Si mencionamos que el autor va directo a la obtención de cada dato, sin ver otros productos que se derivan de este, nos referiremos a que se hace una observación directa, es decir, va como su mismo nombre lo dice, directo a la observación. (Baena, 2017).

Así es que, aplicando esta técnica podremos observar que, llevar un registro del funcionamiento y de los cambios que presentan los equipos de la empresa AJEPER S.A, por lo cual, se llevará un registro de cada periodo de trabajo, tiempos muertos, por lo tanto, se tomará en cuenta también el medir las fallas y los periodos de reparación de estas fallas de cada equipo de envasado, para establecer el trabajo para la mejora.

2.4.1.2. Revisión documentaria

Para los autores, se habla de que es una técnica la cual nos permite diferenciar los tipos de comunicación ya sea que hablemos de la parte objetiva o la parte sistemática; que nos permite realizar un estudio específicamente detallado (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

2.4.2. Instrumentos

2.4.2.1. Ficha de registro de Operación

Permitirá el registro de las actividades realizadas durante la producción, el tiempo trabajado, el periodo perdido, cuántas fallas se dan y el lapso que se debe tener para que esté operativo. La ficha se visualiza de dos formas, teniendo en la parte principal todo aquel dato informativo, como por ejemplo la hora, fecha, línea de envasado, formato producido y datos de la persona que ha realizado el registro, en la segunda parte se lleva el registro de todos los parámetros de operación de manera establecer actividades para obtener los mejores resultados.

2.4.2.2. *Ficha de revisión documental*

Se deben tener en aplicación fichas que nos permitan llevar un control de concepto, características y la parte de generalidad de la hipótesis planteada (Gomez, 2012).

La ficha tiene dos formas que la representan, una es donde se visualiza la información primordial que serían aquellos datos donde se observa la medida, el día, el horario, línea de envasado, formato producido y datos de la persona que ha realizado el registro, en la segunda parte se lleva el registro de todos los parámetros de operación de manera establecer actividades de mejora continua.

2.4.2.3. *Ficha de reporte diaria*

Esta ficha nos permitirá identificar los parámetros de funcionamiento de cada equipo según el formato de trabajo y reportaran las paradas durante su tiempo de funcionamiento lo cual permitirá plantear las mejoras o intervenciones inmediatas.

2.4.3. Validez

Mencionar el cómo corroborar los resultados, veremos la parte del experimento, lo que nos permitirá tener una confirmación si los resultados que se lograron obtener son los mismo y los adecuados (Gomez, 2012).

Se validará de una manera correcta donde la materia será vista por el personal adecuado (ingenieros mecánicos electricistas) así mismo la persona que dirigirá la investigación, el cual será nombrado por la empresa; deberá tener en cuenta los instrumentos, la correcta información y la parte metodológica de esta indagación para establecer toda la parte del funcionamiento.

2.4.4. Confiabilidad

Debe delimitarse y ser calculada el instrumento o los instrumentos que se han elegido, para obtener los mejores resultados, y tener una exactitud de ello. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Será determinada por la parte encargada de dar el visto bueno de cada instrumento, si se debe hacer una corrección, se tendrá que efectuar según lo indique el encargado o especialista en el tema, brindando así toda la seguridad de que lo que se va a obtener es un buen resultado, con toda la firmeza.

2.5. Procedimiento

El examen descriptivo en base a la recolección de los datos obtenidos para analizar el estado actual de los equipos y de acuerdo a los valores obtenidos del análisis descriptivo analítico se plantea ejecutar el plan de mantenimiento basado en la metodología del TPM.

2.6. Métodos de análisis de datos

Nos mostrará toda relación que debe tener la variable o las variables según sea el caso, teniendo en cuenta todo dato obtenido por el estudio realizado, teniendo una medida como entrada hacia el incremento de toda la productividad, los buses a través de la aplicación de la metodología TPM.

2.7. Aspectos Éticos

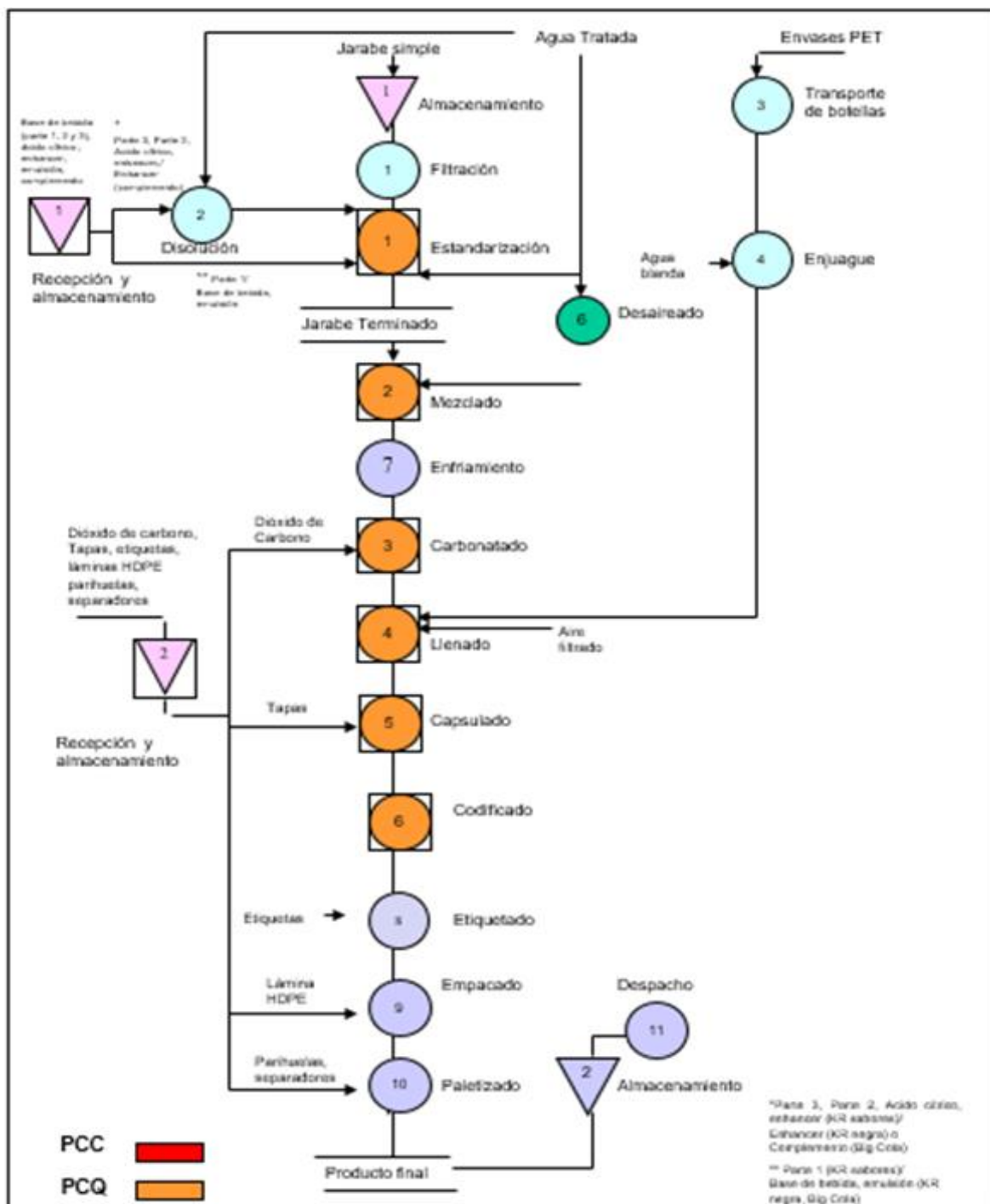
Estoy comprometido a seguir los lineamientos, respetando la parte intelectual, todo aquel dato que la empresa me ha brindado y de brindar el verdadero resultado obtenido de las investigaciones que se detallan, brindando así un efecto positivo para toda la población.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnosticar el estado actual de los equipos en general

3.1.1. Descripción de la Empresa

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de producción



Fuente: AJEPER SA.

3.2. Realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos de la planta de producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A.

3.2.1. Estado actual de la producción

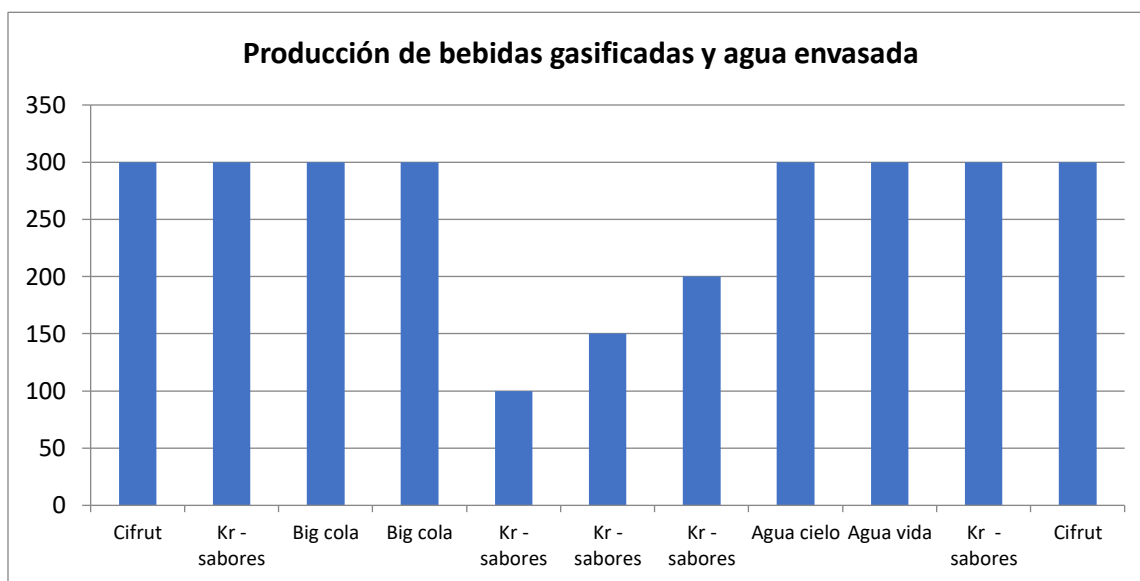
La Empresa AJEPER S.A. dedicada a la producción de bebidas gasificadas y agua envasada, elabora 11 productos, en diferentes tamaños de botellas y envases, tal como se muestra en la tabla 1. La producción se mide en botellas por minuto (BPM), con capacidades entre 0.2 y 3.3 Litros.

Tabla 3. Producción de Bebidas Gasificadas y Agua envasada

Producto	Formato	Unidades	Bpm	Bpm
	<i>(lt)</i>	<i>(caja)</i>	<i>Proyectada</i>	<i>Produccion</i>
<i>Cifrut</i>	0.2	15	300	300
<i>Kr - sabores</i>	0.2	15	300	300
<i>Big cola</i>	0.3	24	300	300
<i>Big cola</i>	0.4	15	300	300
<i>Kr - sabores</i>	3.3	4	100	100
<i>Kr - sabores</i>	1.7	6	150	150
<i>Kr - sabores</i>	1.3	6	200	200
<i>Agua cielo</i>	0.625	18	300	300
<i>Kr - sabores</i>	0.4	15	300	300
<i>Cifrut</i>	0.4	15	300	300

Fuente: AJEPER S.A

Figura 4. Producción de bebidas gasificadas y agua envasada



Fuente: Ajeper S.A.

3.2.2. Descripción de la Línea de Producción

En la tabla 2 se describen los equipos con los cuales se cuentan los productos que ofrece la compañía, son 6 mecanismos que coordinadamente obtienen dichos productos con la mejor finalidad de entregar las bebidas gasificadas y aguas envasadas.

Tabla 4. Datos Técnicos de equipos de la planta

EQUIPO	AÑO	PROCEDENCIA	N° MÁQUINA	CADENCIA	ELÉCTRICA		CAUDAL DE FLUIDOS			
				MÁXIMA	ENERGÍA DE ALIMENTACIÓN	POTENCIA (KW)	AIRE BAJA	AIRE	AGUA	CO2
							(m3/h)	ALTA		
SOPLADORA SIDEL	2004	FRANCIA	11433	18000 (BHP)	400 V	461	199	383 m3/h (40 Bar)	9 m3/h (4 Bar)	-
LLENADORA MESAL	2018	BRASIL	18000	18000 (BHP)	440 V	6.8	4.6	-	4 m3/h (3 Bar)	-
FLOMIX MESAL	2002	BRASIL	18000		440 V	15	4	-	4 m3/h (4 Bar)	5 m3/h (4 Bar)
ETIQUETADORA TRINE	2002	BRASIL	18000	18000 (BHP)	440 V	4.7	3.5	-		-
OZONIZADOR	2015	PERU	18000		440 V	2.7	4.6	-	7 m3/h (5 Bar)	-
EMPACADORA TECMI	2005	ARGENTINA	18000	1800 (PAQ X HORA)	220 V	25.5	4.6	-		-

Fuente: AJEPER S.A.

3.2.3. Registro del Tiempo de funcionamiento y de fallos

En un mes, se considera la operación de 24 días, 8 horas diarias, es decir un total de 192 horas, equivalente a 11560 Minutos. En la tabla 3, se muestra los registros entre los meses de Setiembre 2018 y agosto 2019, del Tiempo de funcionamiento y de fallos

Tabla 5. Registro De Tiempo de funcionamiento En Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)

Registro De Tiempo de funcionamiento En Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)												
Equipo	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
SOPLADORA SIDEL	9450	8590	9580	8190	8910	9120	8510	9120	7610	8340	9450	9840
LLENADORA MESAL	9870	10070	10270	10470	9840	10040	9450	9650	10230	10430	9890	10090
FLOMIX MESAL	9890	9990	10090	10190	10290	10390	10490	9890	9990	9450	10140	9890
ETIQUETADORA TRINE	10450	10350	10250	10150	10050	9950	9450	9350	9250	9150	8740	10230
OZONIZADOR	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560
EMPACADORA TECMI	8790	9810	7890	8780	9890	10120	9920	8790	10320	10340	10130	9450

Fuente: AJEPER SA

Tabla 6. Registro de Tiempo de Fallos en Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)

Registro De Tiempo de Fallos En Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)												
Equipo	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
SOPLADORA SIDEL	2110	2970	1980	3370	2650	2440	3050	2440	3950	3220	2110	1720
LLENADORA MESAL	1690	1490	1290	1090	1720	1520	2110	1910	1330	1130	1670	1470
FLOMIX MESAL	1670	1570	1470	1370	1270	1170	1070	1670	1570	2110	1420	1670
ETIQUETADORA TRINE	1110	1210	1310	1410	1510	1610	2110	2210	2310	2410	2820	1330
OZONIZADOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EMPACADORA TECMI	2770	1750	3670	2780	1670	1440	1640	2770	1240	1220	1430	2110

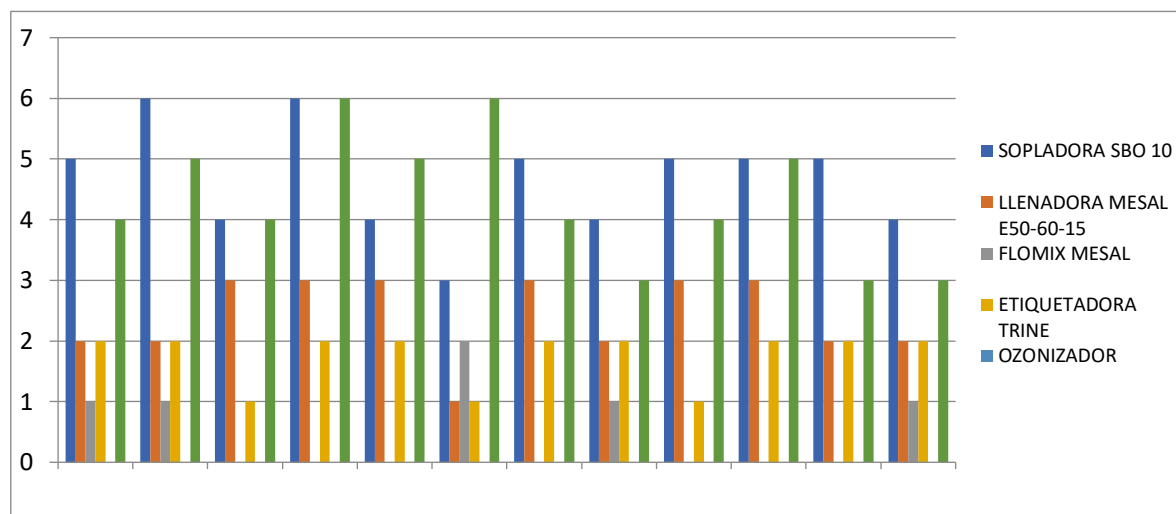
Fuente: AJEPER SA

Tabla 7. Registro del número de paradas en los equipos de la línea de envasado

Registro De Número de Paradas												
Equipo	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
SOPLADORA SIDEL	5	6	4	6	4	3	5	4	5	5	5	4
LLENADORA MESAL	2	2	3	3	3	1	3	2	3	3	2	2
FLOMIX MESAL	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1
ETIQUETADORA TRINE	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2
OZONIZADOR	1	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	1
EMPATACADORA TECMI	4	5	4	6	5	6	4	3	4	5	3	3

Fuente: Ajeper S.A.

Figura 5. Tiempos de funcionamiento y fallas de los equipos de producción



Fuente: Ajeper S.A.

3.2.4. Cálculo de la Disponibilidad

Para determinar la disponibilidad de funcionamiento de cada equipo, se calcula con la ecuación:

$$D = 100 * \frac{TFo}{TFa + TFo}$$

Dónde:

D: Disponibilidad %

TFo: Tiempo de Funcionamiento (En minutos)

TFa: Tiempo de Fallos (En Minutos)

Reemplazando valores de las tablas 3 y 4 se obtiene en la tabla 5, los valores de la disponibilidad en cada mes de cada uno de los equipos de la planta de producción de bebidas gasificadas y de agua envasada.

Tabla 8. Disponibilidad de Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)

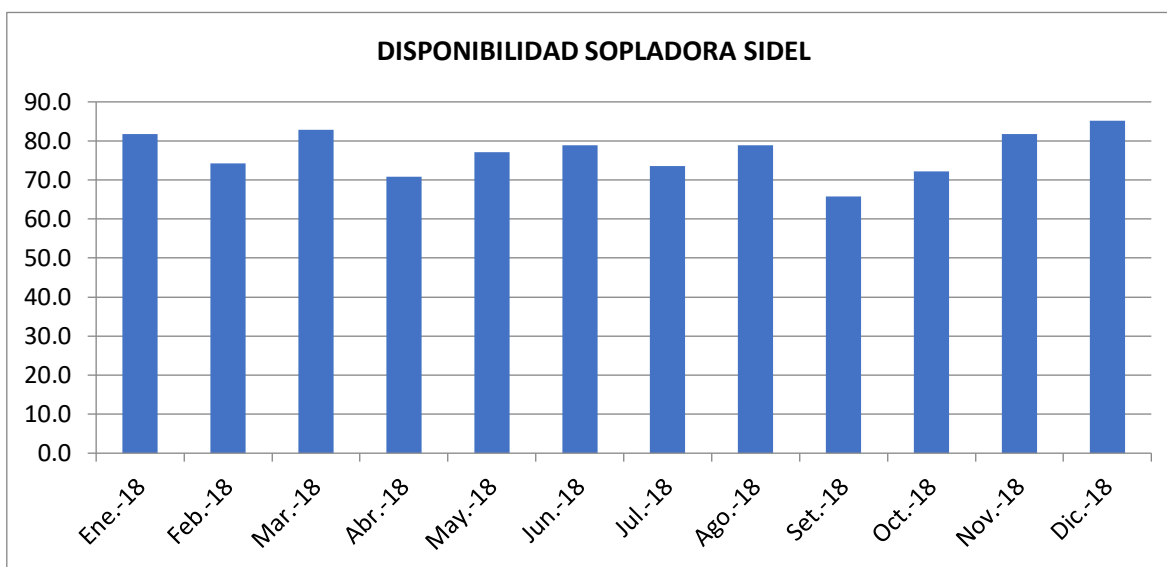
DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS PLANTA EJEPE SAC												
Equipo	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
SOPLADORA SIDEL	81.7	74.3	82.9	70.8	77.1	78.9	73.6	78.9	65.8	72.1	81.7	85.1
LLENADORA MESAL	85.4	87.1	88.8	90.6	85.1	86.9	81.7	83.5	88.5	90.2	85.6	87.3
FLOMIX MESAL	85.6	86.4	87.3	88.1	89.0	89.9	90.7	85.6	86.4	81.7	87.7	85.6
ETIQUETADORA TRINE	90.4	89.5	88.7	87.8	86.9	86.1	81.7	80.9	80.0	79.2	75.6	88.5
OZONIZADOR	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EMPATACADORA TECMI	76.0	84.9	68.3	76.0	85.6	87.5	85.8	76.0	89.3	89.4	87.6	81.7

Fuente: Ajeper S.A.

Disponibilidad SOPLADORA SIDEL

En el mes de setiembre 2018, tiene un valor de disponibilidad menor al 70%, lo cual evidencia que las paradas que han sucedido no han podido ser superadas dentro de un tiempo en el cual no perjudique el proceso productivo de las bebidas gasificadas; ésta máquina es la que realiza la labor de soplado y formación de las botellas de diferentes capacidades para el posterior envasado.

Figura 6. Variación de la disponibilidad Sopladora SBO 10

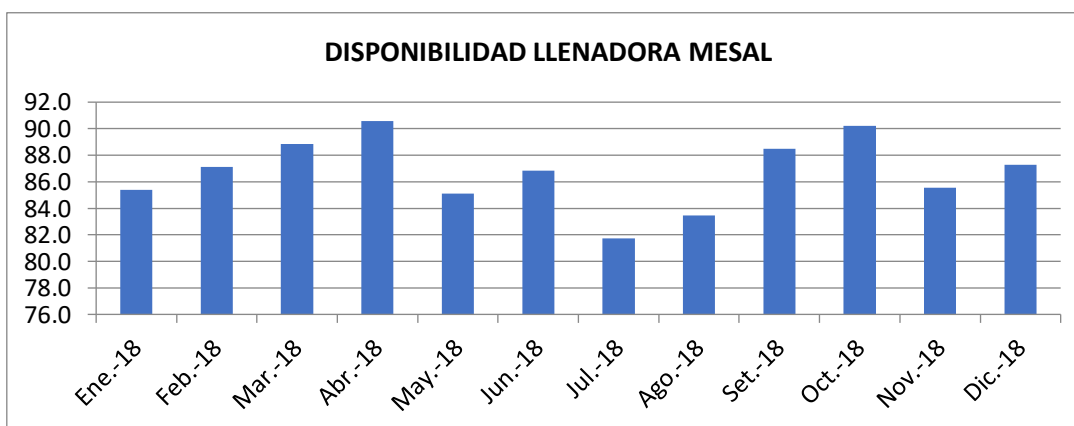


Fuente: Ajeper S.A.

Disponibilidad LLENADORA MESAL

En el mes de Julio 2018, tiene un valor de disponibilidad de 82%, lo cual evidencia que las paradas que han sucedido no han podido ser superadas dentro de un tiempo en el cual no perjudique el proceso productivo de las bebidas gasificadas; ésta máquina es la que realiza la labor de llenar el líquido en el interior de las botellas, siendo las paradas porque la máquina sopladora no abastece de botellas hacia la llenadora.

Figura 7. Variación de la disponibilidad Llenadora Mesal

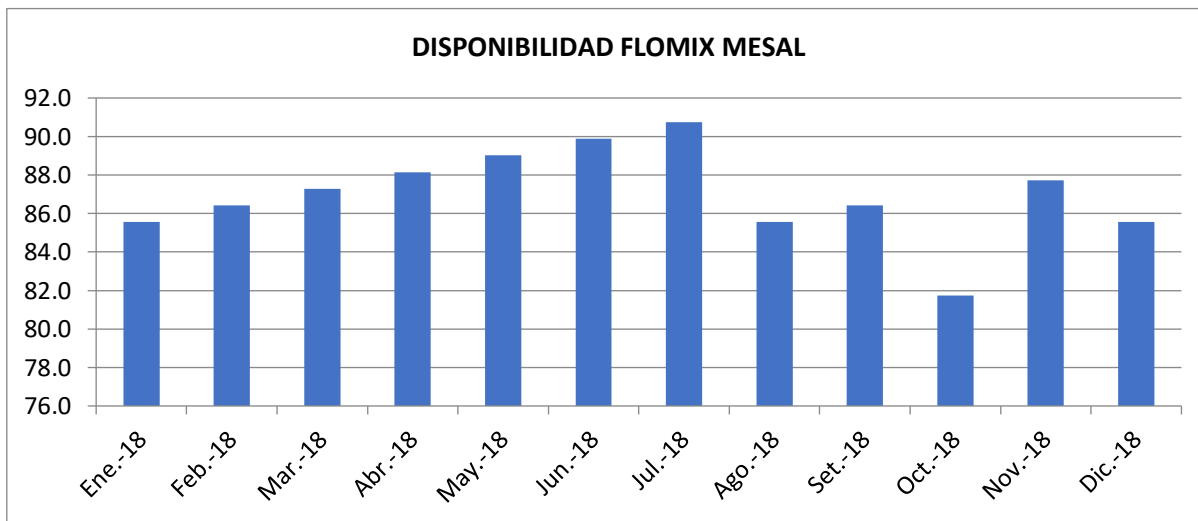


Fuente: Ajeper S.A.

Disponibilidad FLOMIX MESAL

En el mes de Octubre 2018, tiene un valor de disponibilidad de 82%, lo cual evidencia que las paradas que han sucedido no han podido ser superadas dentro de un tiempo en el cual no perjudique el proceso productivo de las bebidas gasificadas. Este equipo está disponible para preparar los diferentes sabores de bebida a envasar.

Figura 8. Variación de la disponibilidad FLOMIX MESAL

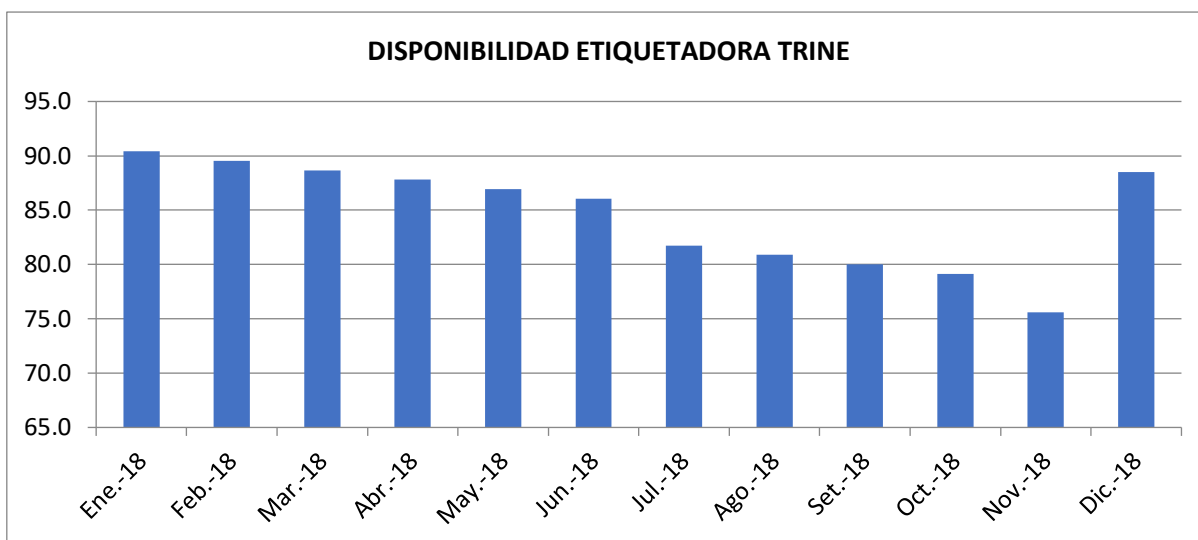


Fuente: Empresa Ajeper S.A.

Disponibilidad ETIQUETADORA TRINE

En el mes de Noviembre 2018, tiene un valor de disponibilidad de 75%, lo cual evidencia que las paradas que han sucedido no han podido ser superadas dentro de un tiempo en el cual no perjudique el proceso productivo de las bebidas gasificadas; ésta máquina es la que realiza la labor de pegar la etiqueta a cada botella, siendo uno de los motivos de mayor parada, la aglomeración de botellas, lo cual se tiene que hacer un trabajo manual de acomodo de las botellas para su etiquetado.

Figura 9. Variación de la disponibilidad ETIQUETADORA TRINE

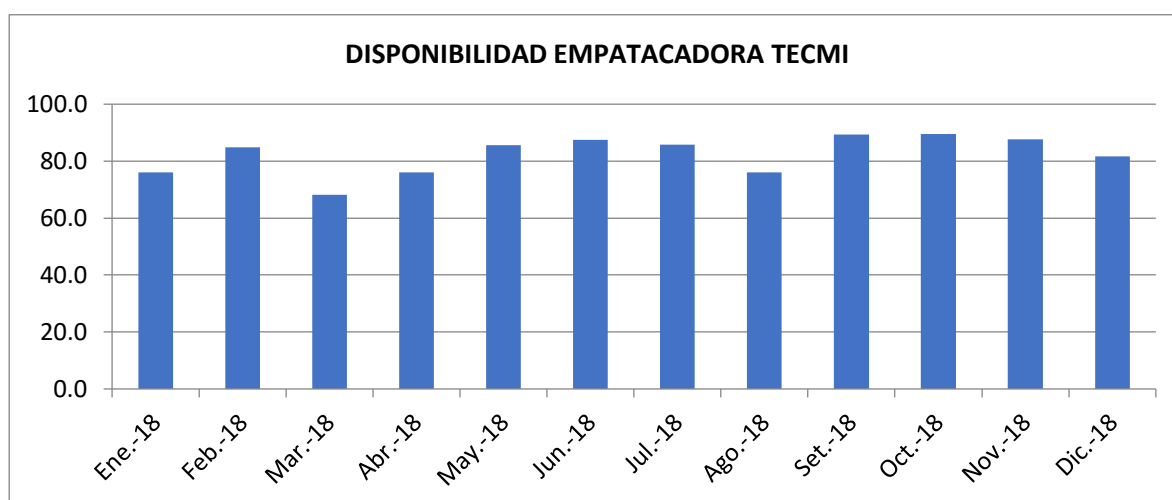


Fuente: Ajeper S.A.

Disponibilidad EMPACADORA TECMI

En el mes de Marzo 2018, tiene un valor de disponibilidad menor al 70%, lo cual evidencia que las paradas que han sucedido no han podido ser superadas dentro de un tiempo en el cual no perjudique el proceso productivo de las bebidas gasificadas; ésta máquina es la que realiza la labor de empaquetar las botellas, en grupos de 12 y 24 botellas para su posterior reparto.

Figura 10. Variación de la disponibilidad EMPACADORA TECMI



Fuente: Ajeper S.A.

3.2.5. Cálculo de la confiabilidad actual de los equipos

La investigación de los tiempos entre fallos, determina el valor del grado de confianza de la maquinaria de dicha empresa en la parte de producción de bebidas gasificadas y de agua envasada, es decir la probabilidad de que se produzca fallos en los servicios. Con el uso del Microsoft Excel, realizando el examen de Weibull, con las siguientes fichas:

La manera correcta es realizar el cálculo de confiabilidad para cada equipo, debido a que las fallas que presentan se deben a la parte mecánica, eléctrica, hidráulica y electrónica lo que presentan y que son diferentes para todos ellos.

Se realiza de la siguiente manera:

- a) Establecer todo aquel valor de tiempo de funcionamiento de cada equipo en minutos, durante cada mes.
- b) Dictaminar todo aquel valor de los promedios, de la forma ascendente.
- c) Reafirmar la parte ecuacional **Rango**= $((Mx-0.3) / (N+0.4))$, determinando todo con respecto a la lista donde están dicha observación, donde Mx, es la medida del valor de radiación en la posición x y N, será el de la observación.
- d) La función de Weibull, hablando de la parte exponencial, se resuelve linealizando los ejes cartesianos, el x y el y, siendo ellos los ejes que muestran el punto en la recta donde se muestra la ecuación.
- e) Se habla del eje y, refleja la ecuación **ln (ln (1/(1-Median Rank)))**, además que en el otro eje, es decir el x, se refleja el periodo funcionamiento.

Tabla 9. Cálculo de confiabilidad SOPLADORA SIDEL Año 2018

N°	Cálculo de confiabilidad SOPLADORA SBO 10 Año 2018						
	Tiempo de Funcionamiento (Minutos al mes)	Mediana ((Mx-0.3)/(N+0.4)),	1/(1-Mediana)	Y = ln(ln(1/(1-Mediana)))	X = ln(Tiempo de funcionamiento)	X.Y	X2
1	7610	0.1	1.1	-2.8	8.9	-25.4	79.9
2	8190	0.1	1.2	-1.9	9.0	-17.2	81.2
3	8340	0.2	1.3	-1.4	9.0	-12.7	81.5
4	8510	0.3	1.4	-1.0	9.0	-9.4	81.9
5	8590	0.4	1.6	-0.7	9.1	-6.7	82.1
6	8910	0.5	1.9	-0.5	9.1	-4.4	82.7
7	9120	0.5	2.2	-0.3	9.1	-2.3	83.1
8	9120	0.6	2.6	0.0	9.1	-0.3	83.1
9	9450	0.7	3.4	0.2	9.2	1.7	83.8
10	9450	0.8	4.6	0.4	9.2	3.9	83.8
11	9580	0.9	7.3	0.7	9.2	6.3	84.0
12	9840	0.9	17.7	1.1	9.2	9.7	84.5
	Suma			-6.4	109.1	-56.8	991.7

Fuente: Ajeper S.A.

Para determinar el valor de la confiabilidad actual, que mide la probabilidad de ocurrencia del tiempo entre fallos, se realiza mediante la distribución de probabilidad de Weibull, para lo cual se establece lo siguiente:

$$P(r) = \frac{k}{c} \left(\frac{r}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{r}{c}\right)^k}$$

Si se establece de buena manera la ecuación de Weibull, utilizaremos un mínimo reajuste, lo cual nos muestra la mejor ecuación.

$$P_i(r \leq r_i) = 1 - e^{-\left[\left(\frac{r}{c}\right)^k\right]}$$

Lograremos gracias al método de regresión lineal, visualizar las variables, a través de la siguiente ecuación:

$$Y_i = \ln[-\ln(1 - P_i)]$$

$$X_i = \ln(r)$$

$$a = -k\ln(c)$$

$$b = k$$

Habiendo determinado correctamente los ejes, la recta queda con la siguiente ecuación:

$$Y = aX + b$$

Para hallar el mínimo cuadrado, verificaremos la ecuación de la recta, lo cual se hallará realizando lo siguiente:

- a) Multiplicar los productos $X.Y$, posteriormente X al cuadrado, así mismo se sumarán los productos de X , los de Y , y los de $X.Y$, además de la sumatoria de la parte de los cuadrados de X .

- b) Determinamos los productos del a y b :

$$a = \frac{n \cdot \sum(X.Y) - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

$$b = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \cdot \sum(X.Y)}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

Si reemplazamos cada producto, se obtiene:

$$a = 14.88$$

$$b = -135.8 = k$$

De la recta sería:

$$Y = aX + b$$

De la expresión: $a = -k \ln(c)$ y $b=k$

Se tiene:

$$c = e^{\frac{-k}{a}}$$

$$c = e^{\frac{135.8}{14.88}} = 9190.8$$

El factor de escala c, nos muestra la parte del nivel del periodo de funcionamiento promedio del estudio, el otro factor que es de forma k es un índice de derramamiento de los datos y de la frecuencia que nos muestra el tiempo entre fallos.

Tabla 10. Factor

Factor de forma	Factor de escala (Tiempo de funcionamiento en minutos al mes)
14.88	9190.8

Fuente: Elaboración propia

Probabilidad de ocurrencia de MTBF

Se utiliza la ecuación de distribución de weibull,

$$F(v) = 1 - \left(\frac{a}{c}\right)\left(\frac{v}{c}\right)^{a-1}e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^a}$$

Reemplazando valores se tiene:

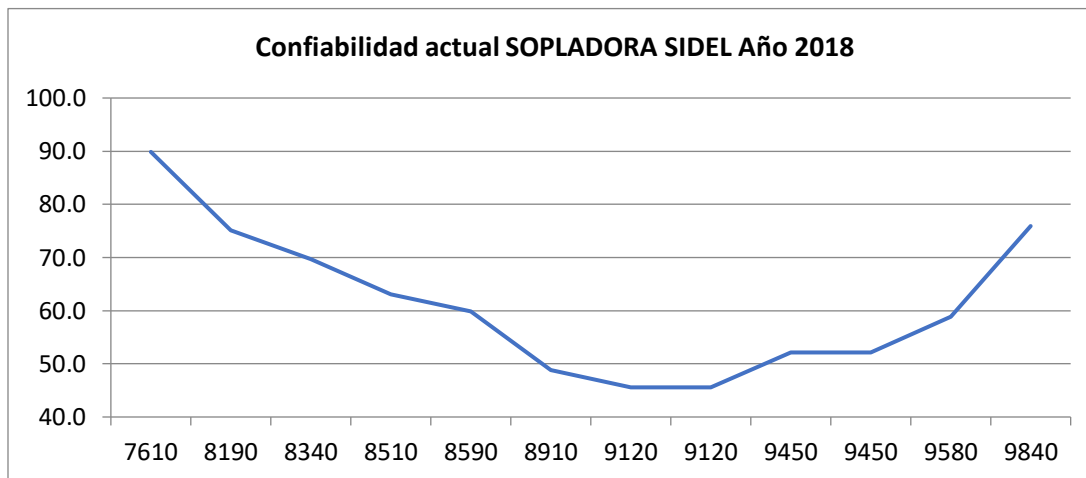
Tabla 11. Confiabilidad actual SOPLADORA SIDEL

Confiabilidad actual SOPLADORA SIDEL Año 2018	
Tiempo de funcionamiento en minutos	Confiabilidad %
7610	89.9
8190	75.1
8340	69.7
8510	63.1
8590	59.9
8910	48.9
9120	45.6
9120	45.6
9450	52.1
9450	52.1
9580	58.8

9840	75.9
------	------

Fuente: Ajeper S.A.

Figura 11. Variación de la confiabilidad de la SOPLADORA SIDEL



Fuente: Ajeper S.A.

Se tiene un valor de probabilidad de falla del 45.6% para 9120 minutos de funcionamiento de la máquina SOPLADORA SIDEL; dicho valor representa un valor muy bajo, con inminentes fallos.

De manera análoga con el método de la distribución probabilística de Weibull se determina los valores de la confiabilidad de los equipos de la planta.

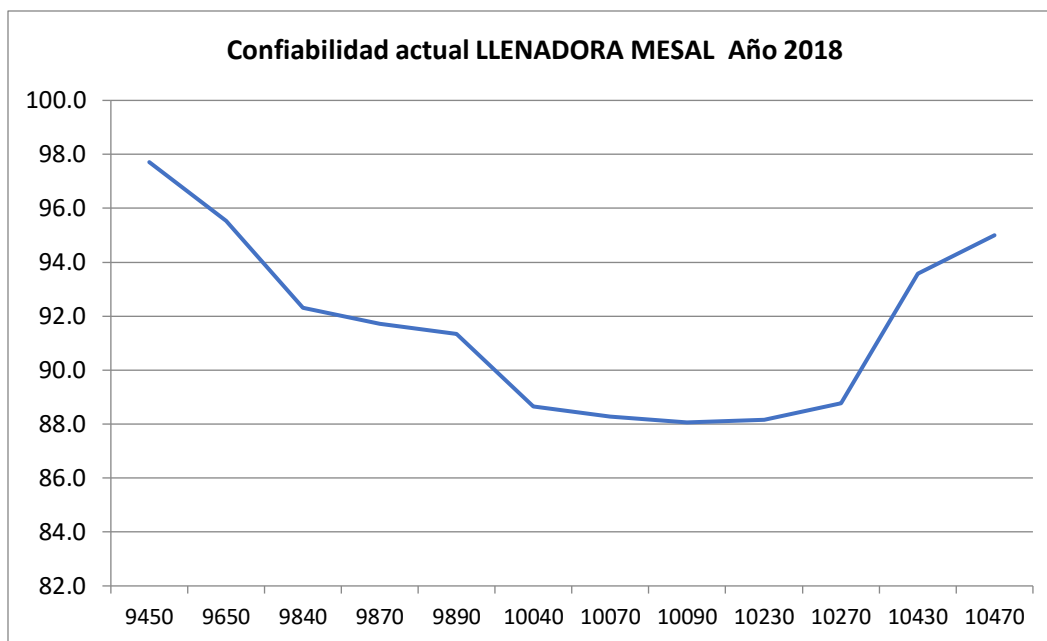
Tabla 12. Confiabilidad actual LLENADORA MESAL E50-60-15

Confiabilidad actual LLENADORA MESAL Año 2018	
Tiempo de funcionamiento en minutos	Confiabilidad %
9450	97.7
9650	95.5
9840	92.3
9870	91.7
9890	91.3
10040	88.7
10070	88.3
10090	88.1
10230	88.2
10270	88.8

10430	93.6
10470	95.0

Fuente: Ajeper S.A.

Figura 12. Variación de la confiabilidad de la LLENADORA MESAL



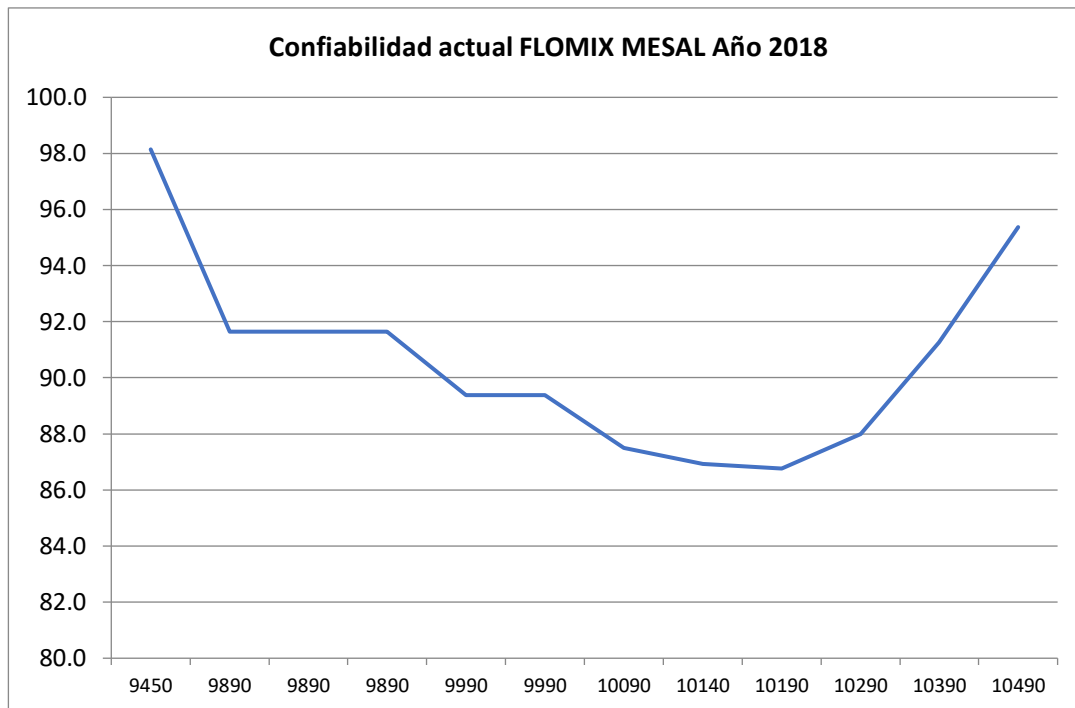
Fuente: Ajeper S.A.

Tabla 13. Confiabilidad actual FLOMIX MESAL

Confiabilidad actual FLOMIX MESAL Año 2018	
Tiempo de funcionamiento en minutos	Confiabilidad %
9450	98.1
9890	91.6
9890	91.6
9890	91.6
9990	89.4
9990	89.4
10090	87.5
10140	86.9
10190	86.8
10290	88.0
10390	91.3
10490	95.4

Fuente: Ajeper S.A.

Figura 13. Variación de la confiabilidad en el FLOMIX MESAL



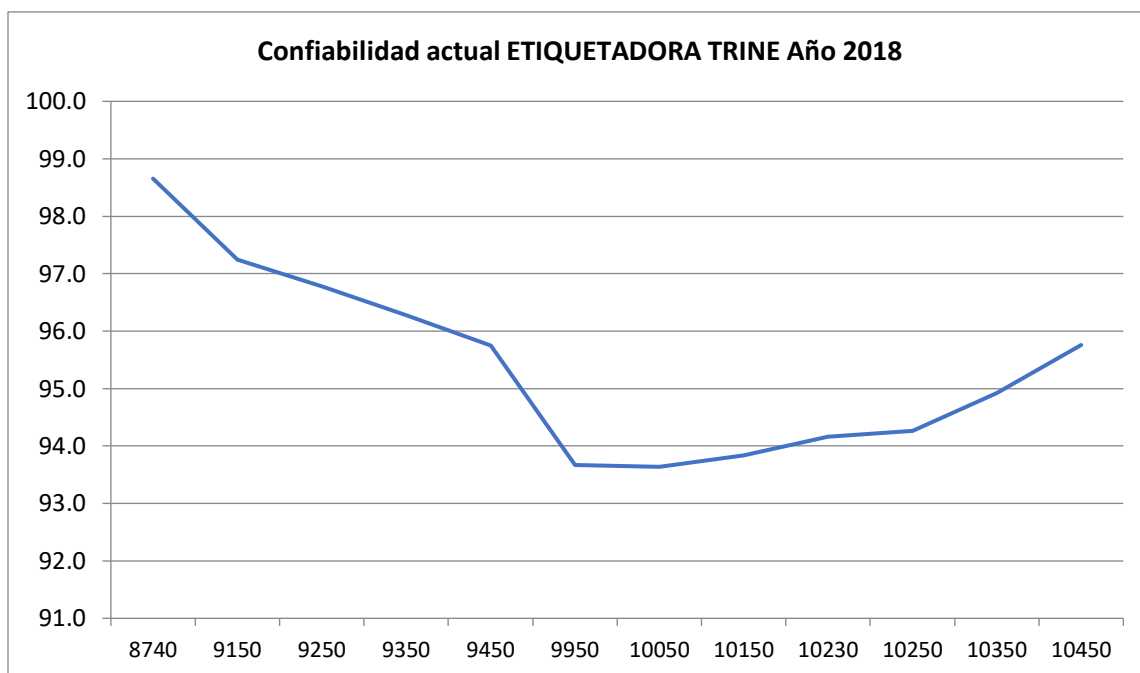
Fuente: Ajeper S.A.

Tabla 14. Confiabilidad actual ETIQUETADORA TRINE

Confiabilidad actual ETIQUETADORA TRINE Año 2018	
Tiempo de funcionamiento en minutos	Confiabilidad %
8740	98.7
9150	97.2
9250	96.8
9350	96.3
9450	95.8
9950	93.7
10050	93.6
10150	93.8
10230	94.2
10250	94.3
10350	94.9
10450	95.8

Fuente: Ajeper S.A.

Figura 14. Variación de la confiabilidad en la ETIQUETADORA TRINE



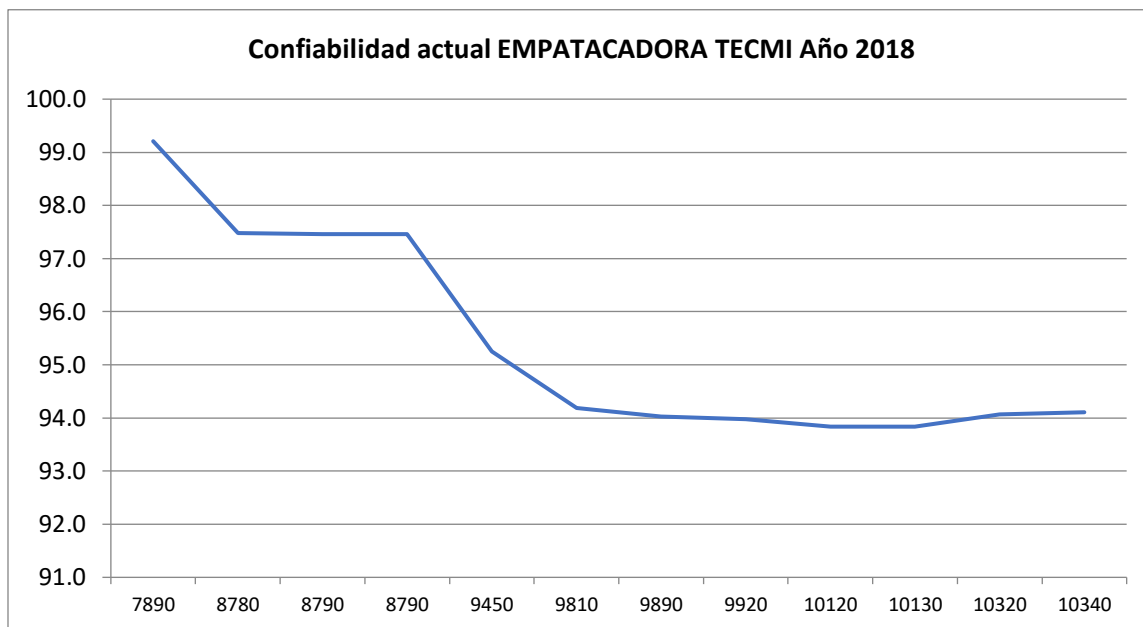
FUENTE: Ajeper S.A.

Tabla 15. Confiabilidad actual EMPACADORA TECMI

Confiabilidad actual EMPACADORA TECMI Año 2018	
Tiempo de funcionamiento en minutos	Confiabilidad %
7890	99.2
8780	97.5
8790	97.5
8790	97.5
9450	95.3
9810	94.2
9890	94.0
9920	94.0
10120	93.8
10130	93.8
10320	94.1
10340	94.1

Fuente: Ajeper S.A.

Figura 15. Variación de la confiabilidad en la EMPACADORA TECMI



Fuente: Ajeper S.A.

3.3. Diseñar el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM

Se realiza toda verificación de la parte del mantenimiento de cada equipo de su planta, para lo cual se elabora los formatos con sus respectivas operaciones y las frecuencias de realización, los cuales deben ser realizados por el personal especializado de mantenimiento, además de las auditorías periódicas al área de mantenimiento.

Tabla 16. Plan de mantenimiento para SOPLADORA SIDEL

Nº	Operaciones	Frecuencia	PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO: SOPLADORA SIDEL																							
			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza General	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Verificar Componentes	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Ajuste Mangueras	Mensual	0				0				0				0				0				0			
4	Revisar sistema eléctrico	Mensual	0				0				0				0				0				0			
5	Revisar sistema hidráulico	Mensual	0				0				0				0				0				0			
6	Revisar sistema electrónico	Mensual	0				0				0				0				0				0			
7	Revisar sistema de calefacción y soplado de preforma	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fecha de Ejecución del Mantenimiento																										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Plan de mantenimiento para LLENADORA MESAL

	Operaciones	Frecuencia	PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO: LLENADORA MESAL																									
Mes 1			Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6									
1			2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Limpieza General	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Verificar conexiones neumáticas	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	Verificar sensores	Mensual	0				0				0				0				0				0					
4	Verificar volumen de nivel (consumibles tasa de llenado)	Mensual	0				0				0				0				0				0					
5	Revisar sistema de capsulado	Mensual	0				0				0				0				0				0					
6	Revisar sistema electrónico	Mensual	0				0				0				0				0				0					
7	Revisar niveles de aceite	Mensual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fecha de Ejecución del Mantenimiento																												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Plan de mantenimiento FLOMIX MESAL

Nº	Operaciones	Frecuencia	PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO: FLOMIX MESAL																							
			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza General	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Revisión sistema neumático	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Revisión sistema de regulación de Co2	Mensual	0				0				0				0				0				0			
4	Mantenimiento actuadores de diafragma	Trimestral	0				0				0				0				0				0			
5	Revisión electrodos de nivel (vaso de jarabe, agua y del tanque de carbonatación)	Mensual	0				0				0				0				0				0			
6	Revisión y ajuste de borneras del sistema electrónico	Trimestral	0				0				0				0				0				0			
7	Revisar bombas de envío de agua y jarabe	Mensual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fecha de Ejecución del Mantenimiento																										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Plan de mantenimiento ETIQUETADORA TRINE

Nº	Operaciones	Frecuencia	PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO: ETIQUETADORA TRINE																							
			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza General	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Limpieza de filtros de turbina vacío	Mensual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Limpieza del tanque de goma y sistema de engomado.	Mensual	0				0				0				0				0				0			
4	Revisión del sistema neumático	Mensual	0				0				0				0				0				0			
5	Revisar conexiones y realizar reajustes.	Mensual	0				0				0				0				0				0			
6	Mantenimiento tambores de transferencia.	Trimestral	0												0											
7	Revisar niveles de aceite	Trimestral	0												0											
Fecha de Ejecución del Mantenimiento																										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Plan de mantenimiento EQUIPO OZONIZADOR

Nº	Operaciones	Frecuencia	PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO: OZONIZADOR																							
			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza General	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Verificar nivel gas ionizante	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Verificar sensor de ozono y controladores.	Mensual	0				0				0				0				0				0			
4	Verificar tablero de control y actuadores	Mensual	0				0				0				0				0				0			
5	Revisar conexiones	Mensual	0				0				0				0				0				0			
6	Revisar sistema electrónico	Mensual	0				0				0				0				0				0			
Fecha de Ejecución del Mantenimiento																										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Plan de mantenimiento EMPACADORA TECMI

Nº	Operaciones	Frecuencia	PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO: EMPACADORA TECMI																											
			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Limpieza General	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	Verificar sistema neumático.	Semanal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	Verificar sensores y sistema eléctrico.	Mensual	0				0				0				0				0				0							
4	Revisión del sistema de transmisión.	Mensual	0				0				0				0				0				0							
5	Revisión del sistema de corte y transporte de polietileno.	Mensual	0				0				0				0				0				0							
6	Revisar sistema	Mensual	0				0				0				0				0				0							
7	Revisar niveles de aceite	Mensual	0				0				0				0				0				0							
Fecha de Ejecución del Mantenimiento																														

Fuente: Elaboración propia

3.4. Calcular como el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM optimiza la producción de bebidas gasificadas de la Empresa EJEPE S.A

La metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total), tiene como pilares a seis aspectos que son:

a) Mejoras enfocadas en la empresa

Se plantea que las áreas de mantenimiento, de producción y administración realicen acciones coordinadas a fin de garantizar la funcionalidad del proceso, con las máquinas operando con sus variables dentro del rango estipulado por los fabricantes.

El área de mantenimiento, debe estar dirigido por el gerente de mantenimiento, quién es el responsable directo ante los accionistas de la empresa, que todos los mecanismos funcionen de manera óptima, utilizando los recursos necesarios, y con el mínimo de averías.

b) Mantenimiento Autónomo

Los procesos de fabricación de bebidas gasificadas, son controlados y operados por el personal operario de la planta; se plantea que dicho personal realice el mantenimiento básico de cada uno de los equipos y máquinas del proceso de producción.

El mantenimiento autónomo consiste en la verificación diaria, semanal y mensual de los elementos de los mecanismos, así como también de las mediciones de los principales parámetros de operación de cada equipo, entre los cuales, se mencionan:

- Limpieza.
- Verificación de conexiones eléctricas.
- Verificación de conexiones de tuberías y accesorios.
- Medición de intensidad de corriente eléctrica de alimentación a la máquina.
- Tensión de alimentación.
- Fijación del mecanismo.

c) Mantenimiento Planificado

Se plantea realizar la parte del mantenimiento de una forma preventiva a toda la maquinaria descritos en el ítem 3.2; dichas labores de mantenimiento se realizan dentro del tiempo especificado, para lo cual se establece una labor de auditoría al mantenimiento, en donde se verifica si la labor de mantenimiento se realizó, así como también si se hizo efectivo la reposición de elementos.

Para la ejecución del mantenimiento preventivo, se plantea que éste se realice una vez al mes, en un tiempo, que se verifica de la siguiente manera:

Tabla 22. Tiempo de Mantenimiento preventivo en Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)

Tiempo de Mantenimiento preventivo en Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)	
Equipo	Minutos
SOPLADORA SIDEL	120
LLENADORA MESAL	180
FLOMIX MESAL	120
ETIQUETADORA TRINE	60
OZONIZADOR	120
EMPACADORA TECMI	120

Fuente: Elaboración propia

d) Mantenimiento de calidad

El mantenimiento preventivo, es realizado por personal especializado en instalaciones de la industria de bebidas gasificadas, para lo cual se destina un presupuesto mensual. La calidad del mantenimiento se evidencia con el funcionamiento óptimo de cada máquina, quién debe operar dentro de cada valor nominal de la elaboración, así mismo se debe verificar el gasto específico de la parte eléctrica dentro de lo especificado.

e) Educación y entrenamiento

Se plantea que el personal operativo, los que realizan el mantenimiento y los administrativos de la compañía, tengan capacitación y entrenamiento, en lo referente a la manipulación y mantenimiento de los equipos; conocer su principio básico de funcionamiento, la función del equipo dentro del proceso, que consecuencias sucedería si se altera el funcionamiento de uno de los elementos de los equipos, es

decir cómo modifica la calidad del producto final, si los equipos no funcionan dentro del rango determinado por el fabricante.

f) Seguridad y Medio Ambiente

Los productos que salen de la planta, no sólo tienen como fin el mercado nacional, sino también el mercado de otros países del mundo, en los cuales el ingreso de todo producto, tiene que cumplir requisitos del lugar donde se elaboró. Los requisitos se basan teniendo en cuenta la seguridad y el planeta. Se tiene en cuenta el factor seguridad y salud ocupacional, las condiciones de los equipos, máquinas representan peligros para los operarios, así como también la parte riesgosa para ellos, al sufrir algún accidente en su funcionamiento. Los operarios deben tener las condiciones de seguridad, no solamente lo normado por la legislación nacional, sino también lo normado por las organizaciones internacionales sobre seguridad.

El cuidado del medio ambiente en el entorno en dónde se elaboró las bebidas gasificadas, es uno de los requisitos que exigen los mercados internacionales para que su producto ingrese a ese mercado. El uso del agua, tanto en su cantidad como en su calidad, el tratamiento de éste, de los residuos, el uso de sustancias que están enmarcadas como sustancias peligrosas, tienen un esquema del cual frecuentemente se realiza el monitoreo, a fin de determinar la tendencia de éste parámetro y su efecto en contra del medio ambiente.

3.5. Disponibilidad al aplicar TPM

Se aplicará en la maquinaria de bebidas gasificadas, para así obtener que ya no haya paradas, el incremento del tiempo entre fallas, la disminución del tiempo de reparación, con ello el valor de disponibilidad de los equipos de la planta logre tener un valor dentro de lo especificado por estándares internacionales, para que las actividades y tareas de mantenimiento sean consideradas como de calidad mundial.

En el ítem 3.1, se tiene los registros del tiempo entre fallos y del número de fallos, así como también del tiempo de reparación, y cada una de los seis pilares del tpm mejoran dichos indicadores.

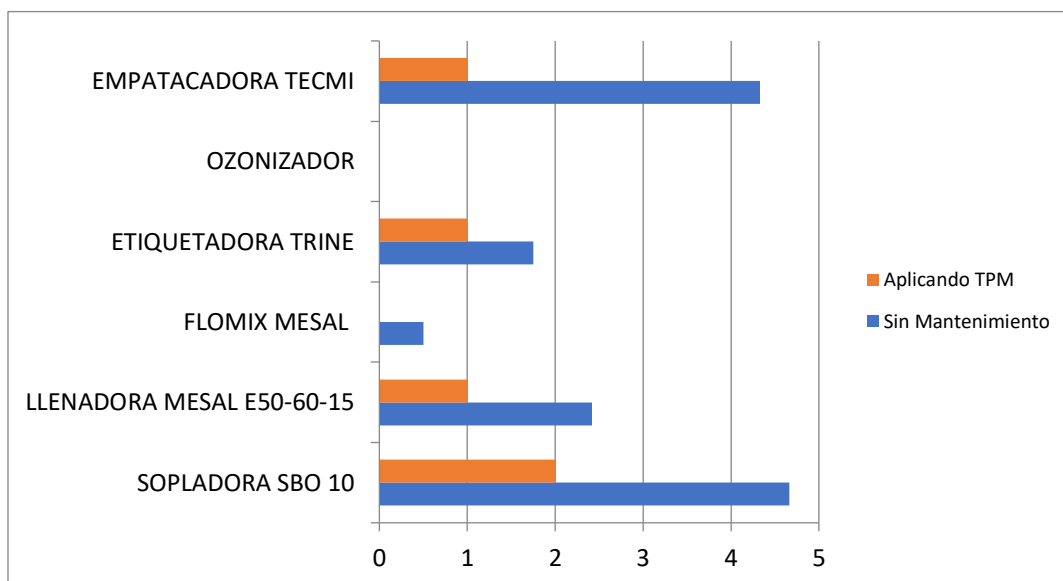
Analizaremos el efecto de cada pilar de mantenimiento, y con ello se determina el nuevo valor de disponibilidad en la planta.

Tabla 23. status de paradas y tiempos de reparación de los equipos aplicando TPM

Equipo	Número de Paradas		Tiempo entre fallos (Minutos)		Tiempo de reparación (Minutos)		
	Sin Mantenimiento	Aplicando TPM	Sin Mantenimiento	Aplicando TPM	Sin Mantenimiento	Aplicando TPM	
						Preventivo	Correctivo
SOPLADORA SIDEL	5	2	8893	10420	2668	120	1020
LLENADORA MESAL	2	1	10025	10980	1535	180	400
FLOMIX MESAL	1	0	10058	10940	1503	120	500
ETIQUETADORA TRINE	2	1	9781	11020	1779	60	480
OZONIZADOR	0	0	11560	11440	0	120	0
EMPACADORA TECMI	4	1	9519	10890	2041	120	550

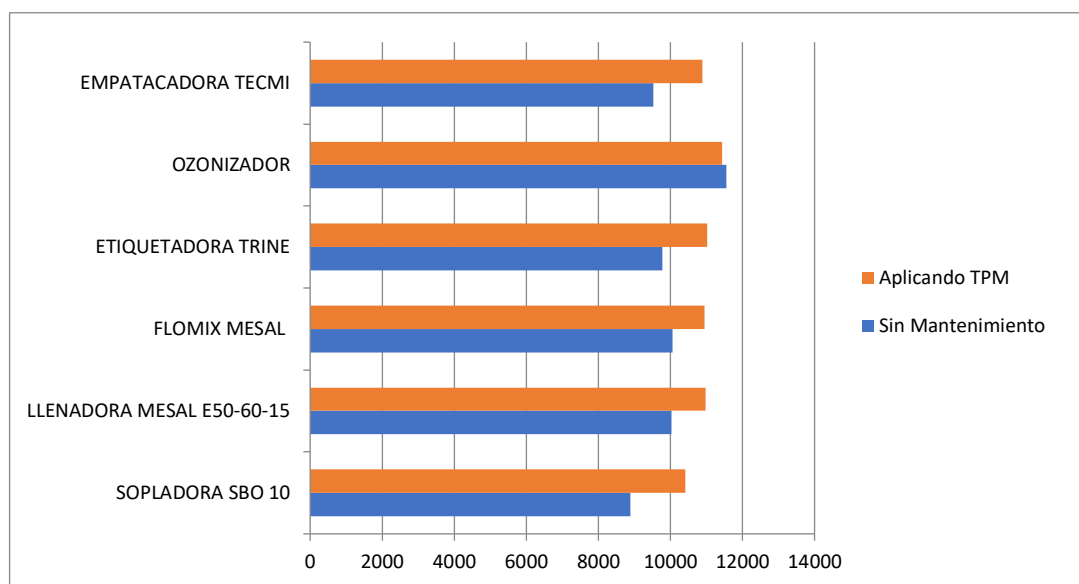
Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Número de paradas de equipos de planta



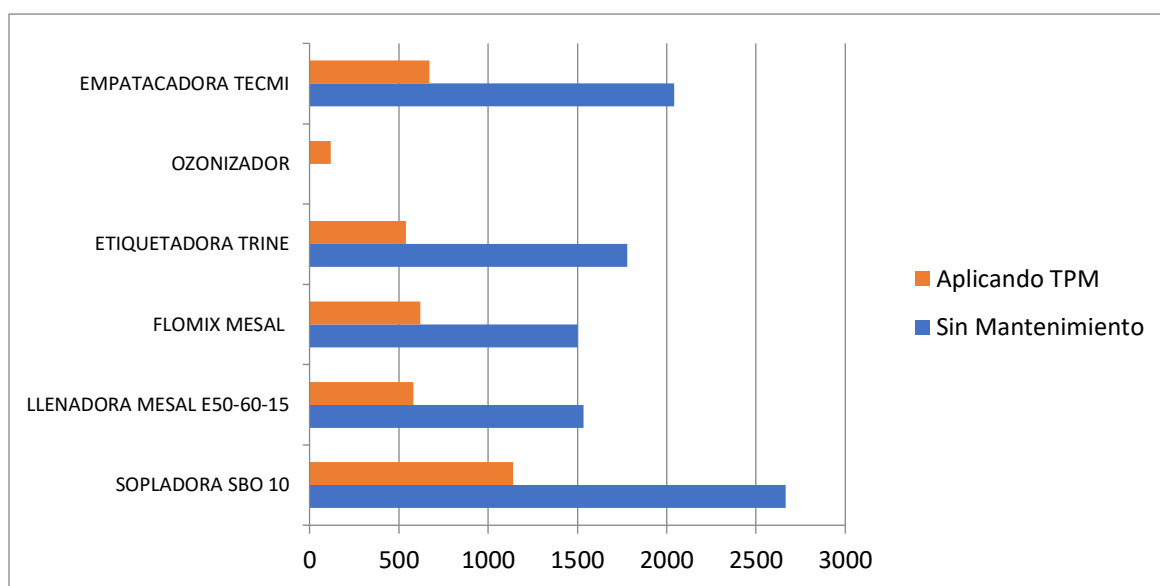
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Tiempo entre fallos de equipos en planta (Minutos)



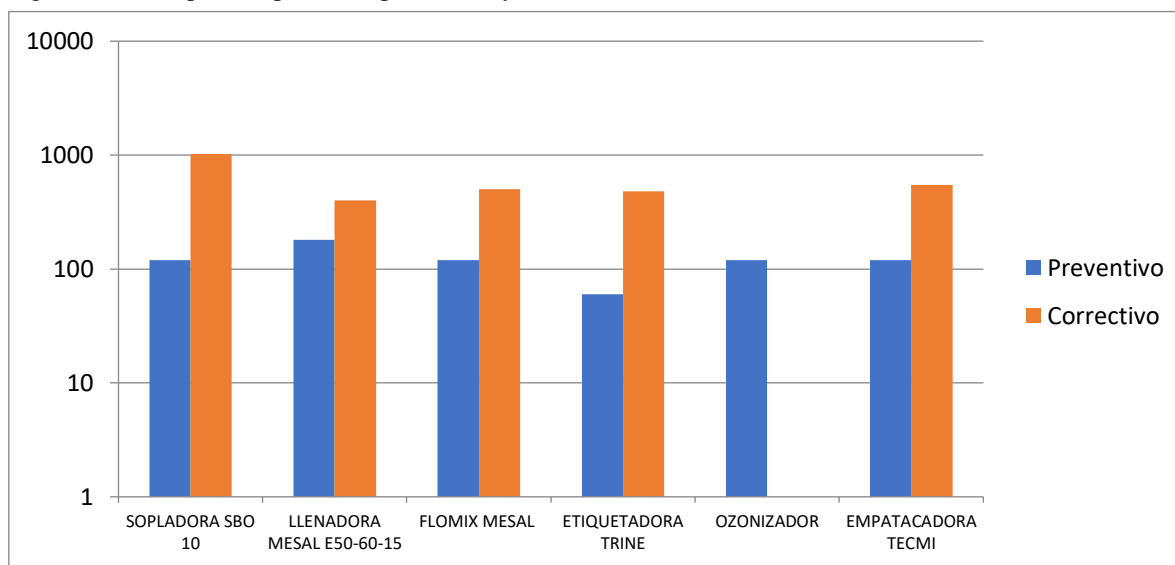
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Tiempo de reparación de fallos (Minutos)



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Tiempo de reparación (preventivo y correctivo), en minutos



Fuente: Elaboración propia

Cálculo de disponibilidad

Para determinar la disponibilidad de funcionamiento de cada equipo, se calcula con la ecuación:

$$D = 100 * \frac{TFo}{TFa + TFo}$$

Dónde:

D: Disponibilidad %

TFo: Tiempo de Funcionamiento (En minutos)

TFa: Tiempo de Fallos (En Minutos)

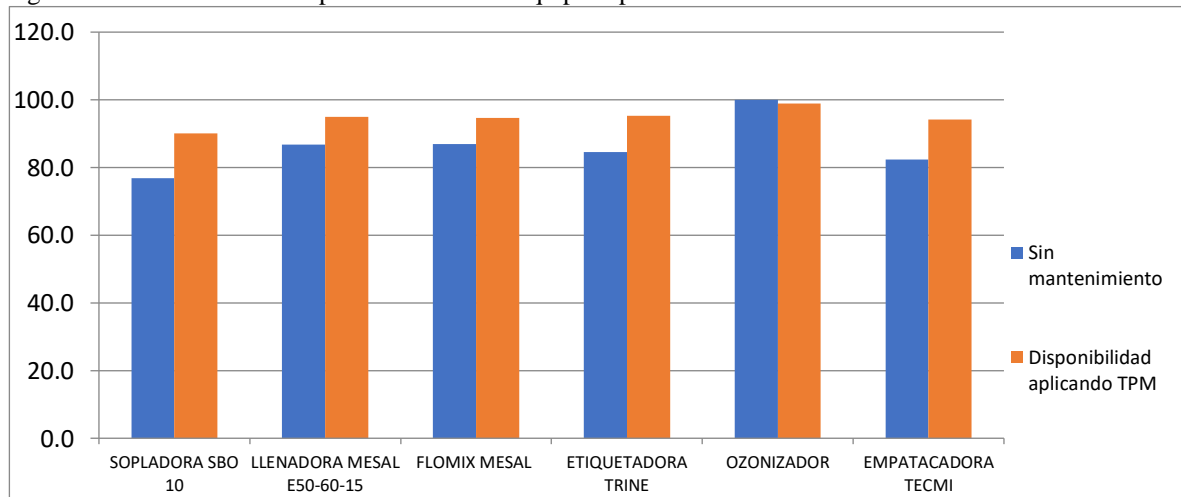
Reemplazando valores se tiene:

Tabla 24. Disponibilidad de los equipos aplicando TPM

Equipo	Disponibilidad aplicando TPM	Sin mantenimiento
SOPLADORA SBO 10	90.1	76.9
LLENADORA MESAL E50-60-15	95.0	86.7
FLOMIX MESAL	94.6	87.0
ETIQUETADORA TRINE	95.3	84.6
OZONIZADOR	99.0	100.0
EMPACADORA TECMI	94.2	82.3

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Incremento de disponibilidad de los equipos aplicando TPM



Fuente: Elaboración propia

3.6. Realizar una evaluación económica de la propuesta, utilizando indicadores tales como VAN y TIR para determinar la viabilidad del proyecto

3.6.1. Inversión inicial del proyecto

Se da por la ventaja oportuna de cada repuesto, servicios en el taller, y servicios de terceros para la **planta de producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A.**; ésta mejora contempla la comunicación mediante formato de reportes y de requisición de compra de repuestos.

Para cada equipo, se tiene el siguiente cuadro de costos para el mantenimiento preventivo, el cual incluye un stock mínimo para superar paradas intempestivas, además de la capacitación del personal.

Tabla 25. Inversión inicial en mantenimiento preventivo para la aplicación del TPM

Nº	Descripción	Inversión para Mantenimiento Preventivo (Anual (S/.)			
		Repuestos	Servicios	Capacitación	Total (S/)
1	SOPLADORA SIDEL	450	410	150	1010
2	LLENADORA MESAL	530	410	120	1060
3	FLOMIX MESAL	450	340	80	870
4	ETIQUETADORA TRINE	340	230	120	690
5	OZONIZADOR	890	340	180	1410
6	EMPACADORA TECMI	560	410	120	1090
	Total Anual (S/.)				6130

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Ingresos que genera el Proyecto

El incremento de la disponibilidad de los equipos, incrementa el tiempo de producción de la planta, en promedio la disponibilidad de todos los equipos sin realizar mantenimiento preventivo es de 86.2%, mientras que aplicando la metodología TPM, se proyecta a un valor de disponibilidad de 94.7%, es decir que se proyectó un incremento de $94.7 - 86.2 = 8.5\%$ de

incremento de disponibilidad del tiempo de operación de la planta. El tiempo de operación total de la planta es de 11560 Minutos, ello equivale a que se incrementa el tiempo de funcionamiento de la planta en $0.085 \times 11560 = 982.6$ Minutos durante un mes, que equivale a un incremento diario de 32.75 minutos al día.

En términos de ingresos, se considera que la utilidad por 300 botellas producidas en un minuto es de 2.80 Soles, se tiene que, al día, el ingreso es de $2.8 \times 8 \times 60 = 1344$ soles al día; y el incremento de 32.75 minutos representa el $32.75 / (8 \times 60) = 91.7$ Soles al día. Que, para 24 días al mes, se tiene un ingreso adicional de 2200.8 soles.

3.6.3. Flujo de caja del Proyecto

De la presente propuesta, se realiza en un periodo de 6 meses.

Tabla 26. Flujo de caja

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Egresos (S/)	6130	0	0	0	0	0	0
Ingresos (S/)		2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8
Utilidad (S/)	-6130	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8

Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Análisis con indicadores económicos

Valor Actual Neto

El valor del ingreso mensual, así como del egreso, se determinará con el inicio de la indagación. Teniendo en cuenta la tasa de interés que es de un 3.5 % hablando mensualmente, mencionando que se da en crédito para obtener un proyecto de inversión donde es menor en la escala de cualquier institución financiera de nuestra ciudad.

Beneficio actualizado al periodo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i)^n - 1]}{i * (1 + i)^n}$$

Dónde:

In: Ingresos mensuales: S/. 2200.8

Ia: Ingreso actualizado al mes 0

i: Tasa de Interés: 3.5% Mensual.

n: Número de Meses: 6

Tabla 27. Cálculo de los ingresos al mes cero

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Egresos (S/)	6130	0	0	0	0	0	0
Ingresos (S/)		2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8
Utilidad (S/)	-6130	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8

S/. 11,727.08
VNA(0.035,F7:K7)

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando valores obtenemos: VNA = S/. 11727.08 – 6130 = 5597.08 Soles.

Tasa Interna de Retorno

Bien se sabe que se determina con el ingreso actualizado, mostrando que el interés viene a ser lo mismo que la inversión de esta indagación.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR)^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 6130

Ia: ingresos actualizados al mes 0

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de meses 6

Tabla 28. Cálculo de tasa interna de retorno

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Egresos (S/)	6130	0	0	0	0	0	0
Ingresos (S/)		2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8
Utilidad (S/)	-6130	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8	2200.8

27.57%
TIR(E7:K7)

Fuente: Elaboración propia

Calcularemos el valor del TIR, adecuando los valores según se crea conveniente, teniendo como resultado que es igual a 27.57% mensualmente, teniendo en cuenta que es mayor a cualquier interés de cualquier financiera de la ciudad que es mayor a 3.5 % hablando mensualmente.

IV. DISCUSIÓN

- Las paradas intempestivas de los equipos de la planta, se han originado por la aglomeración de los insumos, es decir que no se tiene automatizado el proceso, ello está ocasionando “los cuellos de botella”, que muchas veces terminan parando el proceso, y en algunas oportunidades averías en los propios equipos de la planta de bebidas gasificadas.
- La industria de bebidas gasificadas, requiere de una constante renovación de los equipos, debido a que se requiere que los insumos no se contaminen durante el proceso, el uso de aceros inoxidable es indispensable. Se tiene reportes que los insumos se contaminan con sustancias sólidas y líquidas, por lo tanto, una de las labores de mantenimiento que es común para todos los equipos es la limpieza, es de ahí la importancia para el proceso. El mantenimiento autónomo que se plantea, debe realizar la labor de limpieza en todo momento en la raya de elaboración.
- La disponibilidad de los todos los equipos debe tener un valor alrededor del 95%, debido a que la parada de uno de ellos, involucra a la parada general de la planta. Con el mantenimiento autónomo se previene fallos, además que los fallos por averías logran ser superadas por el mismo personal, hasta la llegada del personal especialista en equipamiento de equipos de la industria de bebidas gasificadas.
- El análisis de weibull, es la que numéricamente más se aproxima a la realidad, porque mide la probabilidad de falla de los sistemas, dentro de un contexto de información referente al periodo de la parte funcional de la maquinaria.

V. CONCLUSIONES

- Realizando el análisis del contexto real de los equipos de la planta de producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A, registrando el tiempo de funcionamiento entre fallos, el tiempo de reparación, para luego determinar el valor de disponibilidad promedio de los equipos siendo del 86.2%, así mismo con el examen de weibull, determinando así su confiabilidad, en el cual un valor de probabilidad de falla del 45.6% para 9120 minutos de funcionamiento de la máquina SOPLADORA SBO 10; dicho valor representa un valor muy bajo, con inminente fallos en los sistemas del equipo.
- Se hizo el diseño del plan de mantenimiento preventivo de cada maquinaria, asignando actividades y tareas con frecuencia semanal, mensual y semestral, los cuales debe ser programados, ejecutados y supervisados los encargados del mantenimiento, producción y administración de dicha empresa de bebidas gasificadas.
- Se determinó la variación de la disponibilidad de los equipos, con incremento de los tiempos de funcionamiento entre fallos, baja del periodo de cada fallo, disminución de cada parada la cual no se encuentra programada. El valor de la disponibilidad se incrementa de 86.2% a 94.7%.
- Se hizo el análisis económico, y se determinó que la propuesta tiene un valor actual neto de 5597.08 soles, una tasa interna de retorno de 27.57% mensual, en un lapso de 6 meses, indicadores que hacen que sea la mejora para aplicar esta indagación.

VI. RECOMENDACIONES

- El análisis del funcionamiento de los equipos, debe incluir todo gasto que genera la energía, en ocupación al tiempo del funcionamiento; los tiempos de funcionamiento de cada equipo para un proceso específico debe de determinarse en función a los caudales que circulan por dicho dispositivo.
- La automatización del proceso productivo optimiza los tiempos, por lo cual se recomienda la automatización del funcionamiento de los equipos, a fin de optimizar el flujo de materia.
- Se recomienda realizar un seguimiento de las variables de funcionamiento de cada equipo, a fin de analizar la tendencia de cada una de las variables dentro de un determinado periodo.

REFERENCIAS

PANAMÁ, FARFÁN y Fernando, Chirstian. 2016. Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento, basado en el TPM (Total Productive Maintenance) y alineado a la norma ISO 22000-2005, para la Industria Cárnica de la Ciudad de Cuenca. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016. 26 p.

ALAVEDRA Flores, Carol, y otros. 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Chimbote - Perú : Universidad Nacional del Santa - Universidad Cesar Vallejo, 2016. 24 p.

AVILÉS Chong, Henry Santiago. 2018. Diseño de un Sistema Tpm (Total Productive Maintenance) en el Área de Mantenimiento de la Empresa Winrep S.A. Guayaquil - Ecuador : Universidad de Guayaquil, 2018. 16 p.

BAENA Paz, Guillermina. 2017. Metodología de la Investigación. Mexico D.F. : Grupo Editorial Patria S.A., 2017.

Disponible en ISBN: 978-607-744-748-1.

BOJORQUEZ, Fabiola. 2008. Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total. Mexico : Tecnológico de Sonora, 2008. 36 p.

CAMPOS Ventura, Victor Alex. 2017. Propuesta de un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Mejorar la Eficiencia de los Activos Críticos en la Empresa Cartavio S.A.A. Trujillo - Perú : Universidad Privada del Norte, 2017. 9 p.

CARDONA Montoya, Diana Lorena. 2015. Estudio de casos de Implantación Exitosa de Tpm en Industrias ubicadas en el eje cafetero y Norte del Cauca – Colombia. Medellin - Colombia : UNIVERSIDAD EAFIT, 2015. 38 p.

CRUZ del Castillo, Cinthia, Olivares Orozco, Socorro y Gonzáles García, Martín. 2014. Metodología de la Investigación. Mexico DF : Grupo Editorial Patria, 2014. 52 p.

CUATRECASAS, Luis. 2012. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. [En línea] 2012.

Disponible en <https://goo.gl/BQecLo>

PÉREZ Loaiza, Natalia y ESTRADA Muñoz, Jairo. 2016. Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM. 2016, Revista Ingeniería Industrial UPB, 95 pp.

GARCIA Garrido, Santiago. 2003. Organización y Gestión del Mantenimiento. España : Ediciones Díaz Santos S.A., 2003. 21 p.

GARCÍA Melo, José Isidro. 2004. Fundamentos del Diseño Mecánico. Santiago de Cali : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2004. 87 p.

GOMEZ Bastar, Sergio. 2012. Metodología de la Investigación. Estado de México. : RED TERCER MILENIO S.C., 2012.

Disponible en ISBN 978-607-733-149-0.

GUERRERO Pino, Germán y DUQUE Martínez, Luz Marina. 2015. Filosofía de la Ciencia. Santiago de Cali - Colombia : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2015. 12 p.

HAGEN, Kirk D. 2009. Introducción a a Ingeniería. Mexico D.F. : PEARSON, 2009. 48 p.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. 2010. Metodología de la Investigación. México D.F. : McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2010.

Disponible en ISBN: 978-607-15-0291-9.

LEÓN Lefcovich, Mauricio. 2005. TPM - Mantenimiento Productivo Total Un paso hacia la excelencia empresarial. 2005. 31 pp.

LOZADA Cepeda, José Antonio. 2017. Elaboración de un Plan de Mantenimiento Basado en el Mantenimiento Productivo Total (Tpm) para la Maquinaria de Recuperación de Turbinas del Cirt en la Empresa Celec Ep – Hidroagoyán. Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2017. 16 p.

MONTOYA, Ivan y PARRA, Carlos. 2010. Implementación del Total Productive Management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola LTDA. Rosario - Argentina : Universidad del Rosario, 2010. 39 pp.

NAVARRO Elola, Luis, PASTOR Tejedor, Ana Claudia y MUGABURU Lacabrera, Jaime Miguel. 1997. Gestion Integran de Mantenimiento. España : Marcombo, 1997. 115 p.

PORTAL Arribasplata, Edwin y SALAZAR Alza, Pablo Cesar. 2016. Propuesta de Implementación de Mantenimiento Productivo Total (Tpm) en la Gestión de Mantenimiento para incrementar la Disponibilidad Operativa de los Equipos de Movimiento de Tierras en la Empresa Multiservicios Punre Srl, Cajamarca 2016. Cajamarca - Perú : Universidad Privada del Norte, 2016. 57 p.

REY, Francisco. 2001. Mantenimiento Total de la Producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. Madrid- España : s.n., 2001. 7 p.

TAMAYO y Tamayo, Mario. 2009. El proceso de la investigación científica. Mexico D.F : Limusa, 2009. 21 p.

TRIGOS Duarte, Jeimy Paola y NIÑO Solano, Daniel José. 2017. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa TRIDU construcciones e ingenierías S.A.S mediante herramientas del TPM y AMEF. Bucaramanga - Colombia : Universidad Santo Tomas, Bucaramanga, 2017. 69 pp.

UNE-EN 13306. 2011. Terminología para mantenimiento. 2011. 11 p.

VALENCIA Chaupi, Shirley Lisbet. 2017. Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (Tpm) para mejorar la Productividad en la Línea de Fabricación de Hilos Acrílicos de la Empresa Hilados Cheviot E.I.R.L., San Juan De Lurigancho, 2016. Lima - Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2017. 33 pp.

ANEXOS

GUÍA DE OBSERVACIÓN 1

PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS.

EMPRESA AJEPER S.A”

Instrucciones: Realice el registro de la producción de bebidas gasificadas y agua envasada en las diferentes presentaciones, y la cantidad de producción y proyectada de botellas por minuto.

Producto	Formato	Unidades	Bpm	Bpm
	(lt)	(caja)	Proyectada	Producción
<i>Cifrut</i>	0.2	15	300	300
<i>Kr - sabores</i>	0.2	15	300	300
<i>Big cola</i>	0.3	24	300	300
<i>Big cola</i>	0.4	15	300	300
<i>Kr - sabores</i>	3.3	4	100	100
<i>Kr - sabores</i>	1.7	6	150	150
<i>Kr - sabores</i>	1.3	6	200	200
<i>Agua cielo</i>	0.625	18	300	300
<i>Kr - sabores</i>	0.4	15	300	300
<i>Cifrut</i>	0.4	15	300	300

GUÍA DE OBSERVACIÓN 2

EQUIPAMIENTO DE PLANTA AJEPER S.A

EQUIPO	AÑO	PROCEDENCIA	N° MÁQUINA	CADENCIA	ELÉCTRICA		CAUDAL DE FLUIDOS			
				MÁXIMA	ENERGÍA DE ALIMENTACIÓN	POTENCIA (KW)	AIRE BAJA	AIRE	AGUA	CO2
							(m3/h)	ALTA		
SOPLADORA SBO 10	2004	FRANCIA	11484	18000 (BHP)	400 V	461	199	383 m3/h (40 Bar)	9 m3/h (4 Bar)	X
LLENADORA MESAL E50-60-15	2018	BRASIL	18000	18000 (BHP)	440 V	6.8	4.6	X	4 m3/h (3 Bar)	X
FLOMIX MESAL	2002	BRASIL	18000		440 V	15	4	X	4 m3/h (4 Bar)	5 m3/h (4 Bar)
ETIQUETADORA TRINE	2002	BRASIL	18000	18000 (BHP)	441 V	4.7	3.5	X	X	X
OZONIZADOR	2015	BRASIL	18000		442 V	2.7	4.6	X	7 m3/h (5 Bar)	X
EMPACADORA TECMI	2005	ARGENTINA	18000	1800 (PAQ X HORA)	220 V	25.5	4.6	X	X	X

GUÍA DE OBSERVACIÓN 3

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DE PLANTA AJEPER S.A

Instrucciones: Realice el registro del tiempo de funcionamiento de los equipos de la empresa AJEPER, en el año 2018.

Registro De Tiempo de funcionamiento En Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)												
Equipo	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
SOPLADORA SBO 10	9450	8590	9580	8190	8910	9120	8510	9120	7610	8340	9450	9840
LLENADORA MESAL E50-60-15	9870	10070	10270	10470	9840	10040	9450	9650	10230	10430	9890	10090
FLOMIX MESAL	9890	9990	10090	10190	10290	10390	10490	9890	9990	9450	10140	9890
ETIQUETADORA TRINE	10450	10350	10250	10150	10050	9950	9450	9350	9250	9150	8740	10230
OZONIZADOR	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560	11560
EMPACADORA TECMI	8790	9810	7890	8780	9890	10120	9920	8790	10320	10340	10130	9450

GUÍA DE OBSERVACIÓN 4

TIEMPO DE FALLO EN EQUIPOS DE PLANTA AJEPER S.A

Instrucciones: Realice el registro del tiempo de fallos de los equipos de la empresa AJEPER, en el año 2018

Registro De Tiempo de Fallos En Equipos Empresa AJEPER (En Minutos)												
Equipo	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
SOPLADORA SBO 10	2110	2970	1980	3370	2650	2440	3050	2440	3950	3220	2110	1720
LLENADORA MESAL E50-60-15	1690	1490	1290	1090	1720	1520	2110	1910	1330	1130	1670	1470
FLOMIX MESAL	1670	1570	1470	1370	1270	1170	1070	1670	1570	2110	1420	1670
ETIQUETADORA TRINE	1110	1210	1310	1410	1510	1610	2110	2210	2310	2410	2820	1330
OZONIZADOR	5	12	8	3	10	22	6	9	11	4	18	6
EMPACADORA TECMI	2770	1750	3670	2780	1670	1440	1640	2770	1240	1220	1430	2110

GUÍA DE OBSERVACIÓN 5

REGISTRO DE NÚMERO DE FALLOS DE PLANTA AJEPER S.A

Instrucciones: Realice el registro de número de fallos de los equipos de la empresa AJEPER, en el año 2018

Registro De Número de Paradas												
Equipo	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
SOPLADORA SBO 10	5	6	4	6	4	3	5	4	5	5	5	4
LLENADORA MESAL E50-60-15	2	2	3	3	3	1	3	2	3	3	2	2
FLOMIX MESAL	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1
ETIQUETADORA TRINE	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2
OZONIZADOR	1	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	1
EMPACADORA TECMI	4	5	4	6	5	6	4	3	4	5	3	3